

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

TAWANE YARA NUNES

DISPONIBILIDADE NO AMBIENTE E INGESTÃO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS ANTRÓPICOS POR TARTARUGAS-VERDE
(*Chelonia mydas*) NO LITORAL DO PARANÁ

PONTAL DO PARANÁ

2018

TAWANE YARA NUNES

DISPONIBILIDADE NO AMBIENTE E INGESTÃO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS ANTRÓPICOS POR TARTARUGAS-VERDE
(*Chelonia mydas*) NO LITORAL DO PARANÁ.

Monografia apresentada como requisito parcial a
graduação no curso de Oceanografia, Campus
Pontal do Paraná, Universidade Federal do
Paraná.

Orientadora: Dra. Sílvia Pedroso Melegari
Co-orientadora: Dra. Camila Domit

Pontal do Paraná
2018

TERMO DE APROVAÇÃO

Tawane Yara Nunes

“DISPONIBILIDADE NO AMBIENTE E INGESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ANTRÓPICOS POR TARTARUGAS-VERDE (CHELONIA MYDAS) NO LITORAL DO PARANÁ”

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de
Bacharel em Oceanografia, da Universidade Federal do Paraná, pela
Comissão formada pelos membros:



Dra. Liana Rosa - Gerente Operacional PMP/UFPR



Prof. Dr. Allan Paul Krelling - IFPR



Profa. Dra. Silvia Pedroso Melegari
Presidente

Pontal do Paraná, 03 de dezembro de 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família por sempre expandir os horizontes dos meus sonhos e dar todo o suporte para que eu concluísse esta etapa.

À guia e mãezona, dentro e fora da vida acadêmica, Camila Domit, por todas as oportunidades que me ofereceu, todos os conselhos, todas as conversas, também pela confiança, carinho e atenção. Sinto muito não lhe ter sido atribuído o merecido crédito por este trabalho.

Ao professor Maikon Di Domenico pela ajuda com a estatística.

À professora Silvia Melegari, por aceitar a orientação e ajudar com toda a parte burocrática.

Ao Allan e Liana por terem feito ricas contribuições ao trabalho.

A pequena grande equipe da MarBrasil pela parceria, incentivo e carinho dentro e fora do meu estágio.

A equipe LEC e PMP pelo apoio nas coletas, amostragens e triagens; por todo o conhecimento que pude adquirir junto a vocês.

A fundação Araucária e Boticário pelo apoio financeiro aos projetos de pesquisa desenvolvidos no LEC.

As queridas amigas que Pontal me proporcionou, principalmente Talita, Mariana e Lígia, que, em momentos diferentes ou sobrepostos dessa jornada foram minhas colegas de morada, compartilhando o cafezinho pós-almoço, as prozas, as risadas e também as angustias causadas pelo: “já terminou o TICICI?”.

Ao pessoal da vila do Chaves pelo semestre mais divertido e insano da vida, em especial João, Gustavo e Yuri por todos os momentos profundos de reflexão ou não.

A toda equipe de professores e servidores do Centro de Estudos do Mar, vocês são demais!

Aos encontros inesperados que a vida nos dá, que muitas vezes já pareciam traçados no nosso destino e nos perguntamos “é sério isso?!”

A todos aqueles que estiveram, contribuíram, participaram desta caminhada de alguma maneira.

E por fim, ao meu querido e imenso mar.

O meu mais sincero: muito obrigada!

“Pensando bem, que mais poderia alguém no mundo desejar do que olhar nos olhos das baleias, conversar com as gaivotas sobre os azimutes da vida, procurando durante cem dias e cem noites um único objetivo e, subitamente, tê-lo diante dos olhos, ao alcance dos pés, numa tranquila tarde de terça-feira? ”

Amyr Klink

RESUMO

Dentre as espécies mais impactadas por resíduos sólidos antrópicos estão as tartarugas-verde (*Chelonia mydas*), devido a dieta primariamente herbívora com alto consumo de gramas-marinhas e algas, acarretando em maior probabilidade de ingestão destes resíduos que se assemelham aos seus alimentos. O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), no litoral do Paraná, é uma importante área de forrageio para juvenis de *C. mydas*. No entanto, nesta região existe um complexo portuário e áreas intensamente urbanizadas com gestão deficiente de resíduos sólidos. Neste contexto, este estudo buscou avaliar a disponibilidade dos resíduos sólidos nas praias adjacentes ao CEP, além da ingestão e seletividade destes resíduos por *C. mydas*, em duas fases do pós-recrutamento (Fase I e II) entre os anos 2014 e 2015. O levantamento da disponibilidade dos resíduos no ambiente ocorreu por meio de monitoramentos visuais em cinco quilômetros de costa no município de Pontal do Paraná. Os fragmentos de resíduos sólidos de até 30 cm foram quantificados e classificados quanto ao tipo e cor. As quantidades totais, médias e a composição dos resíduos (tipos e cores) foram analisadas estatisticamente em relação a variação sazonal e espacial. Os tratos digestórios de 48 exemplares de *C. mydas* encalhadas mortas na região foram triados e os fragmentos de resíduos sólidos encontrados quantificados e classificados com os mesmos parâmetros usados para resíduos sólidos disponíveis. Correlacionou-se o número total e massa dos resíduos ingeridos em relação ao comprimento curvilíneo de carapaça (CCC) da espécie e, calculou-se também a frequência de ingestão e proporções dos tipos e cores de resíduos ingeridos para a amostra total, nas fases do pós-recrutamento e sazonalidade. Avaliou-se a seletividade para as duas fases do pós-recrutamento confrontando a quantidade total de cada tipo de resíduo ingerido com sua proporção disponível no ambiente. Foram contabilizados 43.652 itens de resíduos sólidos disponíveis no ambiente, compostos principalmente de plásticos coloridos rígidos (20,6%) e flexíveis (15,7%) e houve variação sazonal e espacial ($p < 0,05$). O CCC dos indivíduos variou entre 29,8 e 57,0 cm, destas, 41 tiveram todos os compartimentos do trato digestivo analisados. Do total, 93,8% de *C. mydas* ingeriram resíduos sólidos e uma correlação negativa entre o CCC e o número total de resíduos ingeridos foi observada, indicando que os indivíduos na Fase I ingerem maior quantidade de resíduos sólidos. A categoria mais ingerida foi plástico flexível transparente, entretanto o índice de seleção destacou forte seletividade para plásticos flexíveis pretos e possível rejeição a canudinhos brancos nas duas fases do pós-recrutamento. A alta taxa de ingestão de resíduos demonstra que *C. mydas* pode ser considerada sentinela ambiental para a poluição por resíduos sólidos e encontram-se vulneráveis a este impacto no litoral do Paraná e também durante sua fase de vida oceânica. Desta forma são necessárias medidas mitigadoras relacionadas à redução na produção, consumo e descarte inadequado de resíduos sólidos, principalmente aqueles com maior dispersão e resiliência no ambiente marinho e mais atrativos para ingestão pela fauna.

Palavras-chave: *Chelonia mydas*, poluição, degradação ambiental.

ABSTRACT

The Green turtle (*C. mydas*), is one of the species that is most impacted by marine debris, likely because their diet is primarily herbivorous with high consumption of seagrass and algae, which might increase the likelihood to ingest plastics that resemble their natural food. The Paranaguá Estuarine Complex (PEC), in the state of Paraná, is an important foraging ground for juveniles of *C. mydas*, despite the presence of a port complex and intensely urbanised areas with deficient waste management. In this context, the goal of this study was to evaluate the environmental availability of marine debris at the beaches adjacent to the PEC, as well the ingestion and selectivity of marine debris by *C. mydas*, in two post-recruitment stages (Stage I and II), between 2014 and 2015. The environmental availability of marine debris was accessed by visual beach monitoring, along five kilometers of coastline in Pontal do Paraná municipality. All the fragments of marine debris were quantified and classified by type and color. The total and average values and the composition (types and colors) of marine debris were statistically analyzed in relation to spatial and seasonal variation. The digestive tract of 48 stranded *C. mydas* found in this region were removed to access the marine debris and all the fragments were quantified and classified with the same parameters described for environmental availability. The total number and weight were correlated to curvilinear carapace length (CCL) of the *C. mydas*, and the frequency of ingestion and the proportions of types and colors of marine debris were calculated and evaluated to the entire sample, to the stages of post-recruitment and seasonality. The selection index was calculated for both stages of post-recruitment by comparing the total number of each debris type ingested with its' proportions available in the environment. For the environment survey, 43.652 items of debris were counted, composed mostly of colored rigid and soft plastic (20,6% and 15,7% respectively), and there was both seasonal and spatial variation ($p < 0,05$). The CCL of *C. mydas* varies between 29,8 and 57,0 cm. All the compartments of digestive tract were analyzed of 41 individuals. Almost all (93,8%) turtles had ingested debris and a negative correlation between CCL and total number of debris ingested was observed, indicating that the turtles of Stage I of the post-recruitment ingest a higher quantity of marine debris. The class of transparent flexible plastic was the most ingested category; however, the selective ratio highlighted a strong selectivity for black flexible plastic and likely rejection to white straws by both stages of post-recruitment. The high rate of marine debris ingestion indicates that *C. mydas* could be considered environmental sentinel to plastic pollution and is vulnerable to this impact along the coast of Paraná and during its oceanic life stage. Therefore, actions to reduce production, consumption and inadequate disposal of marine debris need to be taken, especially for those types of marine debris with high potential of dispersion and endurance in the environment, and most attractive to ingestion by marine fauna.

Keywords: *Chelonia mydas*, plastic pollution, environmental degradation.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 – SEQUÊNCIA DE PROCEDIMENTOS PARA TRIAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS INGERIDOS POR TARTARUGAS-VERDE NO LITORAL DO PARANÁ ENTRE 2014 E 2015 22
- FIGURA 2 – MAPA DA ÁREA DE ESTUDO NO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUA (CEP), EVIDENCIANDO O LOCAL DE ENCALHE DAS TARTARUGAS-VERDE ANALISADAS E ÁREA DE AMOSTRAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM ZONA PRAIAL. 23
- FIGURA 3 – PROPORÇÃO DAS CATEGORIAS DE TIPOS E CORES DOS RESÍDUOS SÓLIDOS REGISTRADOS NO AMBIENTE PRAIAL E INGERIDOS POR JUVENIS DE TARTARUGA-VERDE ENCONTRADAS MORTAS NO LITORAL DO PARANÁ, ENTRE 2014 E 2015..... 28
- FIGURA 4 – PROPORÇÃO PARA CADA CATEGORIA DE TIPOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS ENCONTRADOS NOS CINCO TRANSECTOS (T1 – T5) AMOSTRADOS NO AMBIENTE PRAIAL NO LITORAL DO PARANÁ ENTRE 2014 E 2015..... 29
- FIGURA 5 – MÉDIA E DESVIO PADRÃO DO NÚMERO DE ITENS ENCONTRADOS E NÚMERO AMOSTRAL (N) NOS TRANSECTOS AMOSTRADOS (T1 - T5) NAS DUAS ESTAÇÕES DO ANO, NO LITORAL DO PARANÁ ENTRE 2014 E 2015..... 30
- FIGURA 6 – PROPORÇÕES DE RESÍDUOS SÓLIDOS DISPONÍVEIS NO AMBIENTE PRAIAL E RESÍDUOS SÓLIDOS INGERIDOS POR TARTARUGAS-VERDE JUVENIS ENCONTRADAS MORTAS NO LITORAL DO PARANA, ENTRE 2014 E 2015..... 31
- FIGURA 7 – MODELO LINEAR GENERALIZADO ENTRE NÚMERO TOTAL DE ITENS DE RESÍDUOS SÓLIDOS ENCONTRADOS NO TRATO DIGESTÓRIO E O COMPRIMENTO CURVILÍNEO DE CARAPAÇA

(CCC) DAS TARTARUGAS-VERDE JUVENIS ENCONTRADAS ENCALHADAS NO LITORAL DO PARANÁ ENTRE 2014 E 2015.	34
---	----

FIGURA 8 – PROPORÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS INGERIDOS POR TARTARUGAS-VERDE JUVENIS ENCONTRADAS MORTAS DURANTE AS FASES I (A) E II (B) DO PERÍODO PÓS- RECRUTAMENTO NO LITORAL DO PARANÁ ENTRE 2014 E 2015.....	37
--	----

FIGURA 9 – MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS INGERIDOS POR TARTARUGAS-VERDE JUVENIS EM DUAS FASES DO PÓS-RECRUTAMENTO NAS DUAS ESTAÇÕES, NO LITORAL DO PARANÁ ENTRE 2014 E 2015.....	38
--	----

FIGURA 10 – RAZÃO DE SELEÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS INGERIDOS POR TARTARUGAS-VERDE JUVENIS NAS DUAS FASES DE PÓS-RECRUTAMENTO NO LITORAL DO PARANÁ ENTRE 2014 E 2015.	40
---	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – TIPOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS INGERIDOS PELAS TARTARUGAS-VERDE JUVENIS ENCONTRADAS ENCALHADAS MORTAS NO LITORAL DO PARANA NO PERIODO ENTRE 2014 E 2015.	33
TABELA 2 – FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (FO%), MÉDIA \pm DP (MÍN-MÁX) DO N° DE ITENS, MÉDIA \pm DP (MÍN-MÁX) DA MASSA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS REGISTRADOS NOS DIFERENTES COMPARTIMENTOS DO TRATO DIGESTÓRIO DE TARTARUGAS-VERDE JUVENIS ENCONTRADAS ENCALHADAS MORTAS NO LITORAL DO PARANA, ENTRE 2014 E 2015.	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
1.1	RESÍDUOS SÓLIDOS NO AMBIENTE MARINHO E COSTEIRO	8
1.2	INTERAÇÃO DA FAUNA MARINHA COM RESÍDUOS SÓLIDOS .	10
1.3	OBJETIVOS	15
1.3.1	Objetivo geral	15
1.3.2	Objetivos específicos	15
2	METODOLOGIA.....	17
2.1	ÁREA DE ESTUDO.....	17
2.2	PROCEDIMENTOS DE COLETA	18
2.2.1	Disponibilidade de resíduos antrópicos no ambiente	18
2.2.2	Ingestão de resíduos por tartarugas-verdes juvenis.....	21
2.3	ANÁLISES & ESTATÍSTICA	23
3	RESULTADOS	27
3.1	RESÍDUOS SÓLIDOS DISPONÍVEIS NO AMBIENTE PRAIAL.....	27
3.2	RESÍDUOS INGERIDOS POR TARTARUGAS-VERDE JUVENIS.	31
3.3	SELETIVIDADE DE RESÍDUOS SÓLIDOS INGERIDOS POR JUVENIS DE TARTARUGAS-VERDE	39
4	DISCUSSÃO.....	41
4.1	RESÍDUOS SÓLIDOS NO AMBIENTE PRAIAL NO LITORAL DO PARANÁ.....	41
4.2	INTERAÇÃO DAS TARTARUGAS-VERDE COM RESÍDUOS SÓLIDOS	42
5	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO PARA A GESTÃO	47
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

1 INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico costeiro associado à intensificação desordenada das atividades antrópicas, exercidas tanto em terra como em mar, alteram a dinâmica ecológica dos ecossistemas e podem impactar os ambientes marinhos e costeiros (CRAIN et al., 2009). Além de causar perturbação ao meio ambiente, estes efeitos também atingem a fauna marinha e, suas proporções variam de acordo com os grupos taxonômicos, os habitats ocupados e o estado de conservação das espécies afetadas. Entre as maiores ameaças à fauna encontram-se a alteração das cadeias tróficas devido a exploração dos recursos naturais realizada pelas atividades extrativistas e a poluição do ecossistema, que ocorrem por consequência das interações sinérgicas do impacto e estão associadas a degradação do habitat (KAPPEL, 2005; CRAIN et al., 2009).

Especificamente, no que diz respeito a poluição, esta pode ser definida como qualquer forma de contaminação do ambiente que cause efeito nocivo sobre os organismos e ecossistema. Os poluentes podem ser classificados de acordo com a composição (químicos orgânicos ou inorgânicos) e o estado físico (gasoso, líquido ou sólido) (POTTERS, 2013). Os poluentes sólidos, conhecidos como resíduos sólidos de origem antrópica, são caracterizados como quaisquer produtos que sejam manufaturados ou processados e posteriormente descartados (ARAÚJO; COSTA, 2003).

1.1 RESÍDUOS SÓLIDOS NO AMBIENTE MARINHO E COSTEIRO

Assim, ainda no que em relação a poluição, dentre os resíduos presentes no ambiente marinho e costeiro, os plásticos são os mais abundantes devido ao amplo uso em diversos produtos cotidianos e embalagens. O material plástico possui características como o baixo

custo, leveza e durabilidade que, quando descartados incorretamente, propiciam diversos problemas, visto que estas características influenciam na dispersão por meio dos ventos, rios e correntes marinhas, assim como no longo tempo de permanência no ambiente (RYAN, 2015).

Estima-se que a quantidade de plástico presente na superfície dos oceanos supera 35 mil toneladas em áreas de maior tendência acumulativa, os giros oceânicos, e 7 mil toneladas nas regiões sem esta predisposição (CÓZAR et al., 2014), sendo os continentes a principal fonte contributiva (NELMS et al., 2015). Em 2010, a entrada de resíduos plásticos nos oceanos foi estimada entre 4,8 e 12,7 milhões de toneladas métricas, resultado da falta de manejo dos resíduos sólidos observada em diversos países (JAMBECK et al., 2015).

No Brasil, cerca de 40% dos resíduos gerados nos centros urbanos é destinado incorretamente para lixões a céu aberto e aterros controlados (Abrelpe, 2017). E, o litoral do Paraná, não se encontra em situação diferente, pois os lixões são o principal destino final dos resíduos sólidos em muitos dos municípios, incluindo Pontal do Paraná e Matinhos (IAP, 2013; MPPR, 2018).

Cabe ressaltar que, as atividades antrópicas desenvolvidas em regiões costeiras como no litoral do Paraná são determinantes para o nível de degradação do habitat local, bem como na variação da quantidade e do tipo de resíduo que chega ao ambiente marinho e, inclusive podem comprometer a biodiversidade regional e global em função da deriva destes resíduos (ARAÚJO; COSTA, 2003). No que diz respeito aos resíduos antrópicos localizados no fundo do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), estes foram caracterizados como 92,4% pedaços de plástico (POSSATTO et al., 2014). Além das informações provenientes deste levantamento, um estudo desenvolvido nas praias do CEP registrou 924 itens de resíduos antrópicos encalhados, dos quais 81,3% eram compostos por plástico, em sua maioria fragmentos de plástico, embalagens de alimentos e tampas de garrafas. Segundo a modelagem realizada para o estudo na zona praial, a fonte potencial destes resíduos são as localidades no interior do próprio CEP (KRELLING et al., 2017).

Uma vez no oceano, o plástico permanece por um longo período, fragmentando-se em pedaços menores devido à ação de ondas, abrasão físico-química e incidência de raios ultravioleta (ANDRADY, 2015). Estes fragmentos podem chegar a tamanhos menores que 5 mm e serem assim classificados como micro plásticos ou “pellets” (LIPPIATT; OPFER; ARTHUR, 2013). É importante destacar que partículas menores são de fácil ingestão acidental e altamente biodisponíveis a um grande espectro de organismos marinhos (LUSHER, 2015).

1.2 INTERAÇÃO DA FAUNA MARINHA COM RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos sólidos de todos os tamanho e formas presentes no ambiente oceânico, podem impactar à fauna, seja pelo aprisionamento do indivíduo, lesões em membros, ou mesmo pela ingestão de fragmentos (BUTTERWORTH; CLEGG; BASS, 2012). Os impactos causados a fauna marinha pela poluição por resíduos sólidos, somam-se aos demais de origem antrópica e podem ser indiretos ou diretos: indiretos causando a destruição de habitats chaves, como áreas de alimentação e reprodução de diferentes espécies (NELMS et al., 2015), e diretos por meio do emalhe e da ingestão acidental anteriormente citada (BUTTERWORTH; CLEGG; BASS, 2012; NELMS et al., 2015).

Entre as diversas espécies marinhas afetadas diretamente pelos resíduos sólidos estão as tartarugas, aves e mamíferos marinhos. O emalhe e/ou ingestão de resíduos ocorrem em todas as espécies de tartarugas-marinhas, 54% das espécies de mamíferos marinhos e 56% das espécies de aves costeiras/marinhas (GALL; THOMPSON, 2015).

O emalhe ocorre principalmente em linhas e redes de pesca descartadas ou perdidas, conhecidas como “redes fantasmas” (BUTTERWORTH; CLEGG; BASS, 2012). Quando emalhados, os animais perdem a capacidade de se mover, respirar e até mesmo de se alimentar (KÜHN; BRAVO REBOLLEDO; VAN FRANEKER, 2015). Estes

resíduos, quando ingeridos, causam sérios danos ao trato digestório, tais como lesões, obstrução e sensação de saciedade, com consequente desnutrição (BUGONI; KRAUSE; VIRGÍNIA PETRY, 2001; MEIRELLES; BARROS, 2007; GUEBERT-BARTHOLO et al., 2011).

A ingestão accidental dos resíduos pode também ser influenciada pela incrustação de fauna e flora ao plástico, formando um biofilme (GREGORY, 2009). Estes organismos incrustados trazem ao plástico características químicas de odor e sabor semelhantes ao dos alimentos/presas de diferentes grupos taxonômicos de vertebrados e são ativamente ingeridos (NELMS et al., 2015). Além das problemáticas citadas, os plásticos também podem ser fontes de compostos tóxicos, como os plastificantes e Bifenilos policlorados (PCBs), presentes em sua composição e que podem ser bioacumulados quando ingeridos pelos animais (TEUTEN et al., 2009).

Globalmente, entre os vertebrados com maior interação com resíduos antrópicos estão as sete espécies de tartarugas-marinhas. Estas espécies são classificadas como ameaçadas de extinção devido a somatória de impactos que as afetam, incluindo a poluição dos ecossistemas por plásticos. A ingestão de resíduos sólidos foi registrada para as sete espécies conhecidas: *Chelonia mydas* (tartaruga-verde), *Eretmochelys imbricata* (tartaruga-de-pente), *Caretta caretta* (tartaruga-cabeçuda), *Lepidochelys olivacea* (tartaruga-oliva), *Lepidochelys kempii* (tartaruga-de-kemp), *Natator depressus* (tartaruga-australiana) e *Dermochelys coriacea* (tartaruga-de-couro), sendo este impacto mais constante nos indivíduos menores, durante o estágio de vida nerítico, do que em adultos (NELMS et al., 2015).

Dentre as tartarugas-marinhas, a variação entre nichos tróficos (incluindo as estratégias alimentares, a dieta e o habitat) podem resultar em distintas probabilidades na exposição aos resíduos antrópicos e na consequente ingestão destes (SCHUYLER et al., 2014b; NELMS et al., 2015). Schuyler et al. (2014b) reportaram que espécies herbívoras podem ser mais suscetíveis a ingestão de resíduos do que as carnívoras, destacando a tartaruga-verde (*C. mydas*) como de maior frequência de interações com resíduos antrópicos. Possivelmente, a dieta e área de

alimentação desta espécie, incluindo o consumo de gramas-marinhas e algas, acarretam em uma maior probabilidade de ingestão de plásticos flexíveis, visto que, estes se assemelham ao seu alimento natural em estrutura e comportamento na coluna d'água (NELMS et al., 2015).

O ciclo de vida da tartaruga-verde engloba dois ambientes distintos: o ambiente oceânico e o nerítico. Após a eclosão dos ovos na praia, os filhotes se deslocam para oceano aberto, onde se desenvolvem até atingir comprimento de carapaça entre 20 e 35 cm, então migram para o ambiente nerítico, permanecendo até a fase adulta. Os indivíduos, recém recrutados ao ambiente costeiro passam por diversas alterações ontogenéticas, incluindo morfologia e também parâmetros ecológicos como a dieta, mudando de onívoras para primariamente herbívoras (BOLTEN, 2002; GAMA et al., 2016; COELHO et al., 2018). O período de adaptação ao ambiente costeiro e seus impactos são considerados estressantes (MILTON; LUTZ, 2002) resultando, inclusive na redução das taxas de crescimento observado em tartarugas-verde juvenis analisadas no litoral do Paraná (ANDRADE et al., 2016).

A exposição das tartarugas-verde juvenis aos resíduos sólidos pode variar de acordo com o estágio de desenvolvimento, hábitos alimentares e a região de ocorrência dos espécimes. Considerando as diferenças ontogenéticas de estratégia alimentar, a alta frequência de consumo de resíduos plásticos e os impactos associados, alguns estudos vêm sendo realizados para avaliar os fatores ambientais e as características dos resíduos antrópicos que podem favorecer sua ingestão pela fauna marinha, especificamente por tartarugas marinhas. Um exemplo de análises são as que comparam a disponibilidade do item no ambiente e o uso deste pelos animais (KREBS, 1999), realizadas por meio de testes de seletividade de recurso (presa ou habitat) aplicados aos resíduos antrópicos (SCHUYLER et al., 2012; SANTOS et al., 2016).

Para as tartarugas-marinhas avaliadas na Austrália, foram observadas diferenças em quantidade, frequência e seletividade na ingestão de resíduos sólidos entre animais juvenis menores que 35 cm de comprimento curvilíneo de carapaça (CCC) e aqueles maiores de 35 cm (SCHUYLER et al., 2012) Para tartarugas menores de 35 cm de CCC é

sugerido que ocorre seletividade para plásticos flexíveis transparentes, ou seja, o consumo é superior a disponibilidade no ambiente; além disso que exista a rejeição para plásticos rígidos coloridos. Para os animais maiores de 35cm de CCC, a seletividade foi mais elevada para itens de borracha e ainda se verifica potencial rejeição para isopores. Esta diferença foi sugerida como relacionada ao período de adaptação pós-recrutamento para as tartarugas menores.

Em estudo realizado no Brasil, com tartarugas-verde (SANTOS et al., 2016), registrou-se maior seletividade por plásticos flexíveis pretos e esta foi associada a Lei de Thayer, que trata das cores dos animais e das cores do seu respectivo habitat. Os autores do estudo sugeriram que o plástico flexível preto é selecionado devido a sua flutuabilidade e contraste na superfície da água, somado a sua semelhança a itens alimentares da espécie (algas e gramas-marinhas).

Entretanto, é importante destacar os resultados obtidos por meio de vídeos gravados com câmeras fixadas em tartarugas-verde em seu habitat natural na região de Sanriku, no Japão, em que em 61,8% dos encontros entre tartarugas e algum resíduo antrópico registrou-se que estas o ingeriram deliberadamente, não havendo caso de ingestão acidental devido à camuflagem do resíduo entre os itens alimentares (FUKUOKA et al., 2016). Ainda, por meio destes registros destaca-se que o padrão de movimento realizado pelas tartarugas ao se aproximar do resíduo era semelhante ao forrageio de presas gelatinosas, sendo a relação de causa de ingestão de resíduos ainda não esclarecida e podendo ser esta de múltiplos motivos.

No sul do Brasil e Uruguai, a frequência de ingestão de resíduos antrópicos pelas tartarugas-verdes encontra-se entre 60 e 72% (BUGONI; KRAUSE; VIRGÍNIA PETRY, 2001; GUEBERT-BARTHOLO et al., 2011; GAMA et al., 2016; COLFERAI et al., 2017), apresentando um único caso em que 100% dos animais haviam ingerido resíduos sólidos (TOURINHO; IVAR; FILLMANN, 2010). Considerando as características destes resíduos, em maior quantidade e frequência, destacam-se os plásticos flexíveis, como embalagens de alimentos e sacolas plásticas, em que os mais comuns são de cores branca e preta, além dos transparentes. Nesta

região tartarugas-verde menores de 45 cm de CCC ingeriram quantidades maiores de resíduos (GAMA et al., 2016; VÉLEZ-RUBIO et al., 2018). Estes indivíduos são considerados novos recrutas ao ambiente nerítico, indicando maior vulnerabilidade ao impacto causado pela poluição por resíduos antrópicos durante o estágio de vida oceânico e de adaptação ao ambiente nerítico.

Particularmente para o litoral do Paraná, entre os anos de 2004 e 2014, aproximadamente 70% das tartarugas-verde juvenis que encalharam mortas haviam ingerido algum tipo de resíduo de origem antrópica. Destes, 96% se referiam a plásticos primariamente coloridos, além disso, entre os itens plásticos identificados 44,7% consistiam em sacolas plásticas, 38,5% plásticos rígidos em geral, 7,73% fios de nylon, 5,1% poliestirenos e 1,1% borracha (GUEBERT-BARTHOLO et al., 2011; GAMA et al., 2016).

A costa paranaense está localizada na zona de convergência subtropical do oceano Atlântico Sul, caracterizada como uma importante área de forrageio para juvenis de tartarugas-verde (GONZÁLEZ CARMAN et al., 2012). A região abriga o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) e diversas ilhas costeiras que agregam rica flora marinha, incluindo algas e gramas-marinhas, itens fundamentais da dieta de juvenis de tartarugas-verde após recrutamento à zona costeira (GUEBERT-BARTHOLO et al., 2011; ANDRADE et al., 2016; GAMA et al., 2016).

Apesar da relevante biodiversidade no litoral paranaense, a qual garante alimento e habitat adequado à esta espécie durante todo o ano, a região também é utilizada para diferentes atividades antrópicas, como os portos de Paranaguá e Antonina, a navegação e a pesca artesanal (LÓPEZ-BARRERA; LONGO; MONTEIRO-FILHO, 2012; GAMA et al., 2016). Ainda existe um crescente desenvolvimento das zonas urbanas e portuárias da região, no entanto, há inadequada infraestrutura e precária ação de manejo para a destinação dos resíduos gerados nos municípios, assim como controle dos resíduos gerados pelos navios e demais embarcações locais (IAP, 2013; PARANÁ, 2015).

Considerando os fatores expostos, a alta disponibilidade de resíduos, consequente vulnerabilidade das tartarugas-verde a este

impacto no litoral do Paraná, somados a necessidade de estudos mais aprofundados sobre os fatores que influenciam a ingestão destes resíduos por animais em diferentes estágios de vida, este estudo propõe avaliar a ingestão de resíduos sólidos por tartarugas-verde, bem como a disponibilidade destes no ambiente com finalidade de estimar a seletividade das tartarugas-verde entre formas, cores e tipos dos resíduos sólidos no litoral do estado.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Este estudo tem por objetivo avaliar a disponibilidade dos resíduos sólidos nas praias adjacentes ao CEP, além da ingestão e seletividade destes resíduos por *C. mydas*, em duas fases do pós-recrutamento (Fase I e II), entre os anos 2014 e 2015.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Categorizar a disponibilidade de resíduos no ambiente praial em setores do litoral do Paraná e a variação sazonal.
- b) Classificar e quantificar os resíduos sólidos registrados no trato digestório de *C. mydas*, quanto a relação com o comprimento curvilíneo de carapaça e a variação sazonal.
- c) Avaliar as diferenças na frequência e quantidade em número e em massa da ingestão dos resíduos sólidos entre fases de pós-recrutamento.

d) Verificar se há variações na posição do trato digestório quanto a ocorrência de resíduos sólidos ingeridos, considerando possível tempo de ingestão e permanência do resíduo.

e) Comparar as características dos resíduos sólidos encontrados no ambiente àqueles ingeridos pelos espécimes de *C. mydas*.

f) Investigar possíveis níveis de seletividade de ingestão de resíduos sólidos por *C. mydas*, considerando fatores físicos dos resíduos sólidos, como tipos e cores, assim como das tartarugas, como as fases do pós-recrutamento.

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O litoral do Paraná apresenta uma curta linha de costa com 126 km, a qual compreende uma extensa planície costeira, a Serra do Mar e grandes complexos estuarinos (ANGULO et al., 2016). Ao sul localiza-se a Baía de Guaratuba e ao norte o CEP, o qual abriga os portos de Paranaguá e de Antonina.

O CEP possui corpo aquoso de aproximadamente 552 km² que se conecta com o oceano aberto por dois canais principais no entorno da Ilha do Mel (LANA et al., 2001; ANGULO et al., 2016) (FIGURA 2). A hidrodinâmica local é influenciada principalmente pelo escoamento de rios e pelas forçantes de maré (ANGULO et al., 2016). O influxo dos rios é mantido pela alta taxa pluviométrica da região, principalmente no verão (VANHONI; MENDONÇA, 2008). O fluxo de maré vazante é mais intenso, formando um extenso delta na desembocadura ao sul da Ilha do Mel, que influencia a dinâmica das praias adjacentes (LAMOUR; ANGULO; SOARES, 2007). Estas praias de desembocadura têm influência também das ondas oceânicas, que são predominantemente do quadrante Sul e de ventos de Leste, Sudeste e Sul. Essas condições de ondas e ventos formam uma corrente de deriva litorânea, cujo fluxo principal é de sul para norte (ANGULO et al., 2016).

A região do CEP compreende uma diversidade de habitats naturais como manguezais, pântanos salinos, bancos de gramas marinhas, costões rochosos e extensas planícies de maré (LANA et al., 2001). Além destes ecossistemas, está circundado pelos últimos remanescentes de Mata Atlântica, por isso é considerado como Patrimônio Natural da Humanidade (UNESCO, 2018). O CEP é uma área relevante para reprodução e alimentação de diversas espécies de peixes, para golfinhos, como o boto-cinza (*Sotalia guianensis*) e a toninha (*Pontoporia blainvillei*), assim como para o desenvolvimento das

tartarugas-verde (*Chelonia mydas*) (BARLETTA et al., 2010; SANTOS et al., 2010; GUEBERT-BARTHOLO et al., 2011; GAMA et al., 2016).

O litoral do Paraná apresenta 32 áreas de conservação e/ou áreas protegidas, sendo quatro Unidades Federais e 28 Estaduais, correspondendo a aproximadamente 82,6% do território do litoral paranaense (DE PAULA; PIGOSSO; WROBLEWSKI, 2018, PARANÁ, 2018). Entretanto, destaca-se que poucas possuem plano de manejo ou medidas de ordenamento diferencial para proteção ambiental. Existem municípios no entorno dessas Unidades de Conservação com um grande número de habitantes, por exemplo, cita-se Paranaguá que é considerado o município mais populoso (140.469 hab.; IBGE, 2010). Cabe ressaltar que, apesar da grande quantidade de habitantes, mais da metade destes municípios (57,1%) depositam seus resíduos em áreas irregulares como lixões e aterros (IAP, 2013).

A ausência ou precariedade de áreas corretas de destinação de resíduos sólidos e de manejo destes causam a entrada dos resíduos sólidos no ecossistema, afetando os habitats de diferentes espécies, muito além das fronteiras em que foram gerados. Krelling et al. (2017) demonstrou que todo resíduo sólido gerado no interior do CEP e que chega a água possui uma permanência no estuário de no máximo cinco dias, sendo então transportado para fora do sistema, com tendência a se depositar nas praias adjacentes de modo a prejudicar atividades turísticas, além de afetar a fauna local.

2.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA

2.2.1 Disponibilidade de resíduos antrópicos no ambiente

Considerando o objetivo de integração da avaliação de disponibilidade ambiental e ingestão dos resíduos sólidos por tartarugas-

verde encontradas encalhadas mortas no litoral do Paraná, foram selecionadas praias que possuísssem maior potencial de deposição dos resíduos, os quais podem ser encontrados flutuando no interior do CEP, e também de encalhe de tartarugas-verde juvenis que tenham utilizado o litoral do Paraná. Além destes fatores, praias com acesso e viabilidade de monitoramento contínuo e de baixo custo para estabelecer a quantidade e frequência dos tipos de resíduos presentes no ecossistema.

Desta forma, foi considerada a tendência de acúmulo dos resíduos gerados no interior do CEP, nas praias dos balneários de Pontal do Sul e Atami, no município de Pontal do Paraná (áreas também avaliadas por KRELLING et al., 2017), assim como os animais registrados mortos e coletados pelo programa sistemático de monitoramento de encalhes de fauna marinha realizado na região.

Os monitoramentos da zona praial ocorreram em janeiro do ano de 2014 e entre agosto de 2014 e outubro de 2015, por meio do levantamento visual da deposição dos resíduos sólidos de origem antrópica nas praias dos balneários de Pontal do Sul e Atami. Estes monitoramentos não foram contínuos durante o ano de 2014 devido a troca do responsável pela condução do projeto de pesquisa. Para a amostragem o eixo praial entre os dois balneários foi dividido em cinco transectos lineares (T1 a T5) equidistantes, a partir do canal do Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) até o início do balneário Atami (FIGURA 2).

Cada transecto apresentava um quilômetro de extensão por dois metros de largura, os quais foram monitorados seguindo a amostragem de transectos em faixa (KREBS, 1999), buscando percorrer 5 km de costa ao menos duas vezes por mês. Considerando que os resíduos não foram coletados, estipulou-se um período mínimo de duas semanas de intervalo entre as amostragens mensais do mesmo transecto para reduzir a possibilidade de ocorrer recontagem de itens já observados em coletas anteriores. Entretanto, os transectos não foram percorridos sequencialmente e de maneira homogênea devido a disponibilidade dos amostradores para realizar o campo e também em detrimento das

condições meteorológicas que influenciaram a viabilidade da avaliação em campo.

Os monitoramentos ocorreram de acordo com os horários de baixa-mar, segundo a tábua de maré divulgada pela Marinha do Brasil, (disponível em: <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-previsao-mare/tabuas/>) e seguiram a linha de deixa da última preamar, buscando amostrar apenas os resíduos sólidos recém encalhados na praia, desconsiderando aqueles de fonte local (deixado por turistas ou proveniente do comércio adjacente). Quando a preamar alcançou a vegetação e os resíduos sólidos recentes foram misturados aos resíduos já acumulados anteriormente, não foi realizada a contagem.

Seguindo a linha de deixa, foi respeitada a faixa máxima de um metro para cada lado do transecto como área de amostragem. Os resíduos amostrados foram restringidos entre o menor tamanho visível a olho nu até 30 cm de comprimento, tendo em vista a maior possibilidade de ingestão pelas tartaruga-verde juvenis.

Para a caracterização e contagem, dois observadores percorreram toda a extensão do transecto, sendo um o anotador e o outro o responsável pelo levantamento visual de todos os resíduos sólidos encontrados. Além de contados, estes foram qualificados em: plástico flexível, plástico rígido, barbantes, nylon, canudinhos, bexigas e outros (isopor, borracha, bitucas de cigarro etc.); e quanto a cor: branco, preto, transparente e coloridos (outras cores), com exceção das bexigas que não foram classificadas por tonalidade. Os itens oriundos da pesca foram classificados em: redes, boias, anzóis e cabos (cordas utilizadas exclusivamente em embarcações e petrechos pesqueiros); e analisados apenas quanto a ocorrência e a quantidade. Os dados foram anotados em campo em ficha padrão e compilados em planilhas Excel® (Microsoft Office).

Para caracterização da sazonalidade, devido a amostragem não homogênea ao longo dos meses, optou-se por verificar a estação mais chuvosa e a menos chuvosa (mencionada neste estudo como seca), para o período total das amostragens. Desta forma, foram obtidos dados de precipitação da estação meteorológica Reserva Natural Salto Morato

fornecidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR). A escolha de uma estação localizada na serra no Paraná, ocorreu em função de ser considerada a intensidade de chuvas que afetariam o aporte de águas de rio e do efeito de drenagem que carrearia resíduos de dentro do estuário (maior aporte de resíduos quanto maior a vazão dos rios *c.f.* KRELLING, 2017).

2.2.2 Ingestão de resíduos por tartarugas-verdes juvenis

As praias do litoral do Paraná foram monitoradas semanalmente entre os anos de 2007 e 2015 e diariamente a partir do segundo semestre de 2015 quanto a ocorrência de encalhes de tetrápodes marinhos. Para este estudo foram analisados e triados os conteúdos de tratos digestórios de exemplares de *C. mydas* encontrados mortos em praias de Pontal do Paraná, Matinhos e no interior do CEP dentro do mesmo período das amostragens de resíduos na praia.

Após o procedimento de necropsia, o trato digestório foi retirado e a massa total (g) foi mensurada, bem como para cada uma de suas secções (esôfago, estômago e intestino). O conteúdo alimentar foi retirado e lavado em peneiras de 0,5 mm e 1 mm (*cf.* GAMA et al., 2016); na sequência os itens ingeridos e os tecidos de cada compartimento foram mensurados quanto à massa, com a finalidade de obter a massa total do que foi ingerido. Após a lavagem em peneiras, separou-se os itens alimentares dos resíduos sólidos de origem antrópica, os quais foram limpos e secos em temperatura ambiente para posterior triagem.

Os resíduos antrópicos secos foram qualificados e contabilizados pelo tipo e coloração, da mesma maneira utilizada para os resíduos sólidos disponíveis no ambiente; para cada tipo de resíduo foi mensurado a massa (g) em balança analítica com precisão de 0,01 g. Devido ao modelo da balança, os itens foram pesados em uma placa de petri de 46,49 g, posteriormente subtraída da massa obtida. As principais

amostras de resíduos sólidos foram fotografadas e todas as informações obtidas compiladas em planilhas Excel® (Microsoft Office) para tratamento estatístico e análises (FIGURA 1).

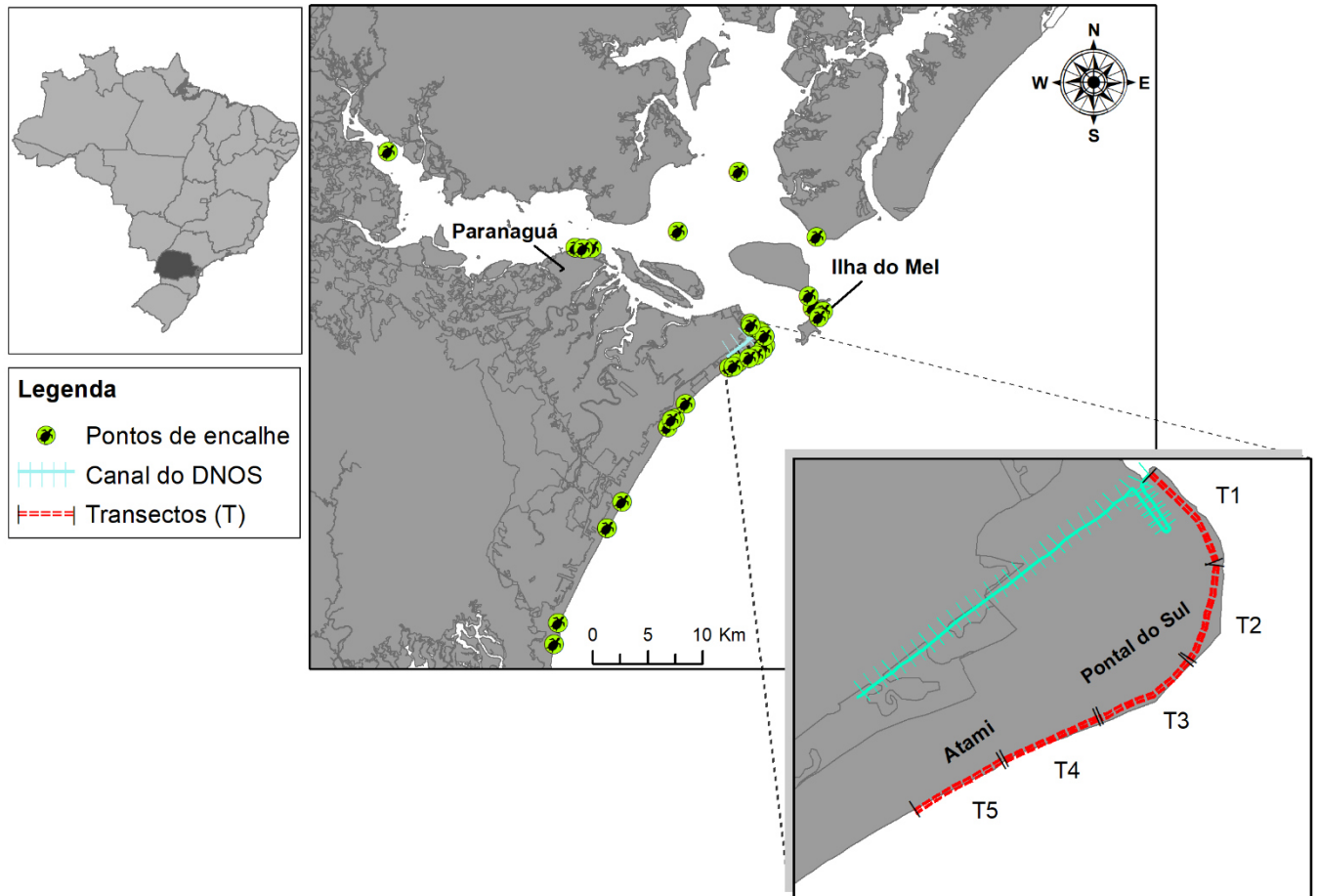
FIGURA 1 – SEQUÊNCIA DE PROCEDIMENTOS PARA TRIAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS INGERIDOS POR TARTARUGAS-VERDE NO LITORAL DO PARANÁ ENTRE 2014 E 2015



Fonte: O autor (2018)

Para a avaliação de variação quanto a ingestão de resíduos sólidos ao longo das fases de pós-recrutamento, considerando frequência, quantidade e massa de resíduos ingeridos, os indivíduos foram agrupados baseados no comprimento curvilíneo de carapaça (CCC). Os animais com CCC menor de 40 cm foram considerados “Fase I” e os indivíduos com 40 cm ou mais de CCC como “Fase II”. A faixa de tamanho foi escolhida com base no estudo de Andrade et al. (2016) que evidencia que animais entre 2 e 4 anos (<40 cm) são animais recém recrutados à zona costeira e estão em período de adaptação ao novo habitat (Fase I), sendo os ≥ 40 cm potencialmente recrutados a mais tempo, residentes na região ou mesmo em transito entre áreas costeiras (Fase II; *c.f.* VÉLEZ-RUBIO et al., 2016).

FIGURA 2 – MAPA DA ÁREA DE ESTUDO NO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUA (CEP), EVIDENCIANDO O LOCAL DE ENCALHE DAS TARTARUGAS-VERDE ANALISADAS E ÁREA DE AMOSTRAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM ZONA PRAIAL.



FONTE: O autor (2018)

2.3 ANÁLISES & ESTATÍSTICA

Para responder os objetivos foram realizadas as seguintes análises:

Objetivo a:

Para os resíduos sólidos encontrados no ambiente praial, foram calculadas a mediana, média e desvio padrão do número de itens encontrados por transecto amostrado. A proporção (P%) de cada categoria de tipo e cor de resíduo através da fórmula:

$$P\% = (P_i/P_j) * 100$$

Onde P_i número total de itens da categoria i e P_j somatória do número total de itens de todas as categorias.

Objetivo b:

Foi calculada a frequência de ocorrência (FO%) da ingestão dos resíduos:

$$FO\% = (N/N_t) * 100$$

Onde N é o número de animais que ingeriram algum tipo de resíduo e N_t o número total de animais avaliados.

A frequência de ocorrência também foi calculada para cada tipo de resíduo sólido, da mesma forma que a frequência de ingestão, bem como as médias e desvio padrão para o número total de itens e a massa (g) de cada categoria.

Calculou-se também a média e desvio padrão do número de itens e da massa (g) por tipo de resíduos sólidos e também do ingerido por indivíduo, a mediana foi calculada para aqueles com desvio padrão muito elevado.

A relação entre os fatores de quantidade, em número e em massa (g), dos resíduos sólidos ingeridos e o comprimento curvilíneo de carapaça (cm), foi avaliada por meio de modelo linear generalizado (GLM) (NELDER; WEDDERBURN, 1972), utilizando o programa R versão 3.4.1 (R CORE TEAM, 2017). Para a avaliação referente ao número de itens a família do GLM foi *Poisson* e para massa (g) foi a *Gaussiana*.

Ainda, para complementar os objetivos a e b:

A sazonalidade foi avaliada por meio da análise da soma de precipitação mensal, de maneira que, os seis meses com maiores médias foram agrupados em estação chuvosa e o restante em estação seca. A diferença entre as estações foi testada também através de um GLM e a comparação foi obtida com um teste de Tukey utilizando o pacote *lsmeans* função *pairwise* (LENTH, 2016) por meio do programa R versão 3.4.1 (R CORE TEAM, 2017).

Foi calculada a mediana, média e desvio padrão no número total de itens de resíduos sólidos encontrados nos transectos e aqueles ingeridos pelos juvenis de tartaruga-verde para cada estação. Para avaliar a correlação da quantidade de resíduos sólidos com a estação foi utilizado o mesmo método descrito acima. No caso do ambiente praial os transectos foram acrescentados como fator no GLM, já para os resíduos ingeridos, utilizou-se das fases do pós-recrutamento.

Objetivo c:

Para aferir a diferença na frequência de ingestão, na quantidade e composição entre as duas fases do pós-recrutamento dos juvenis (diferentes CCC), foi utilizada a mesma metodologia especificada no item “Objetivos a) e b)”, com o programa R versão 3.4.1 (R CORE TEAM, 2017).

Objetivo d:

Foi calculada a mediana, média e desvio padrão do número total e massa dos resíduos sólidos para cada secção do trato digestório e também a frequência de ocorrência (FO%). A diferença entre os compartimentos foi avaliada também com a mesma metodologia especificada nos itens “Objetivo a) e Objetivo b) ”.

Objetivo e e f:

A seletividade de itens consumidos pelas tartarugas-verde juvenis foi mensurada utilizando a razão de seletividade proposta por *Manly* (MANLY; MILLER; COOK, 1972). O índice leva em consideração a disponibilidade para cada um dos tipos de resíduo no ambiente comparada a quantidade ingerida de cada tipo. Valores maiores do que um (>1) indicam seletividade positiva por determinada “categoria”, valores menores (<1) apontam que as tartarugas evitam consumir aquela categoria e valores igual a um ($=1$) não ocorre seletividade.

Para aplicar esta análise no programa R versão 3.4.1 (R CORE TEAM, 2017), foi utilizado o pacote *adehabitatHS* (CALENGE, 2006) aplicando o método *WidesI*, índice para a população amostral inteira. Este

índice foi utilizado considerando a diferença entre as proporções dos resíduos sólidos disponíveis e o que foi ingerido pelas tartarugas marinhas amostradas (Objetivo d). Para a seletividade entre as fases do pós-recrutamento (Objetivo e) o índice foi calculado para cada uma das fases e depois comparados graficamente.

E, para a realização da análise, foi considerada como uma “categoria” cada tipo de item e a sua respectiva cor (ex.: plástico flexível branco). Para adequação do método, os itens que apresentaram zero disponibilidade ou ingestão foram retirados da análise. Em relação ao que foi consumido, utilizou-se a somatória do número total de itens de cada categoria de resíduos sólidos ingeridos pelas tartarugas nas fases de pós-recrutamento, e para o que estava disponível no ambiente foi utilizado a frequência relativa em que cada categoria foi encontrada, seguindo as premissas do método *WidesI* (c.f. SCHUYLER et al., 2012).

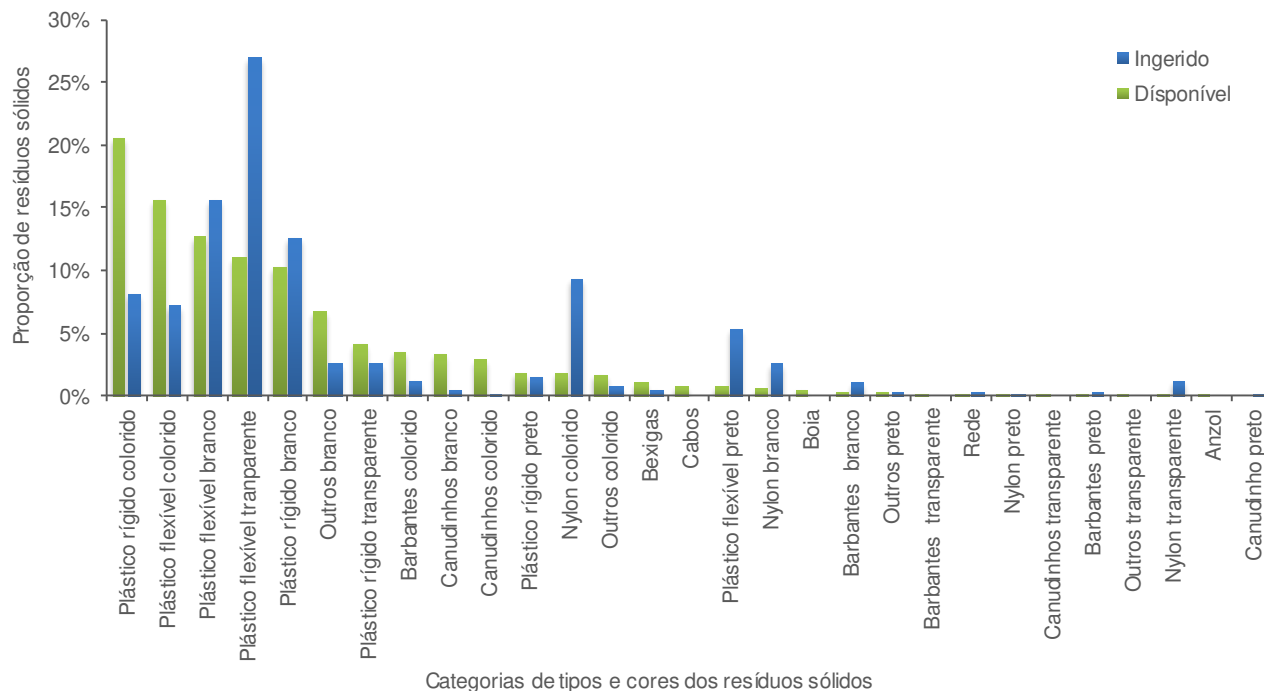
3 RESULTADOS

3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS DISPONÍVEIS NO AMBIENTE PRAIAL

No período de levantamento dos dados, em janeiro de 2014 e entre agosto de 2014 e outubro de 2015, foram percorridos 109 transectos, dentro da extensão dos 5 km de praia (T1= 22; T2= 25; T3= 22; T4= 21; T5= 19), em que foram contabilizados um total de 43.652 itens de resíduos sólidos antrópicos.

Em média foram encontrados $400,5 \pm 246,6$ (mediana 359) itens de resíduos sólidos por transecto e $0,17 \pm 0,12$ itens/m² (mediana 0,18 itens/m²). Os itens encontrados com maior frequência foram os plásticos rígidos coloridos (20,57%, n= 8980), seguido dos plásticos flexíveis coloridos (15,66%, n= 6838) (FIGURA 3). Considerando as possíveis combinações entre tipo e cores, apenas a categoria canudos pretos não foi encontrada.

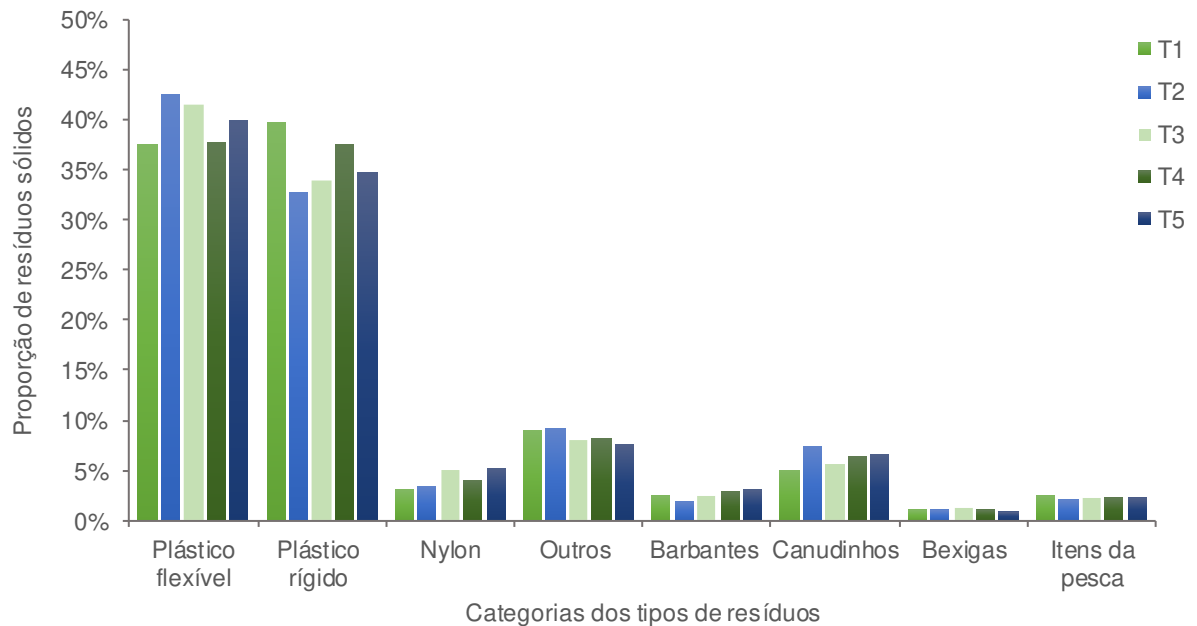
FIGURA 3 – PROPORÇÃO DAS CATEGORIAS DE TIPOS E CORES DOS RESÍDUOS SÓLIDOS REGISTRADOS NO AMBIENTE PRAIAL E INGERIDOS POR JUVENIS DE TARTARUGA-VERDE ENCONTRADAS MORTAS NO LITORAL DO PARANÁ, ENTRE 2014 E 2015.



FONTE: O autor (2018)

Entre os transectos amostrados ocorreram diferenças significativas no número de itens de resíduos sólidos encontrados ($p < 0,003$), exceto entre os transectos T2 e T3 ($p = 0,30$). As maiores quantidades de resíduos encalhados foram no transecto T1, seguido pelo T4, T2 e T3 consecutivamente e a menor no transecto T5. Com relação aos tipos de resíduos, o transecto T1 apresentou as maiores quantidades de todos os tipos, no entanto nos demais transectos houve variação na composição dos resíduos sólidos registrados (FIGURA 4).

FIGURA 4 – PROPORÇÃO PARA CADA CATEGORIA DE TIPOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS ENCONTRADOS NOS CINCO TRANSECTOS (T1 – T5) AMOSTRADOS NO AMBIENTE PRAIAL NO LITORAL DO PARANÁ ENTRE 2014 E 2015.

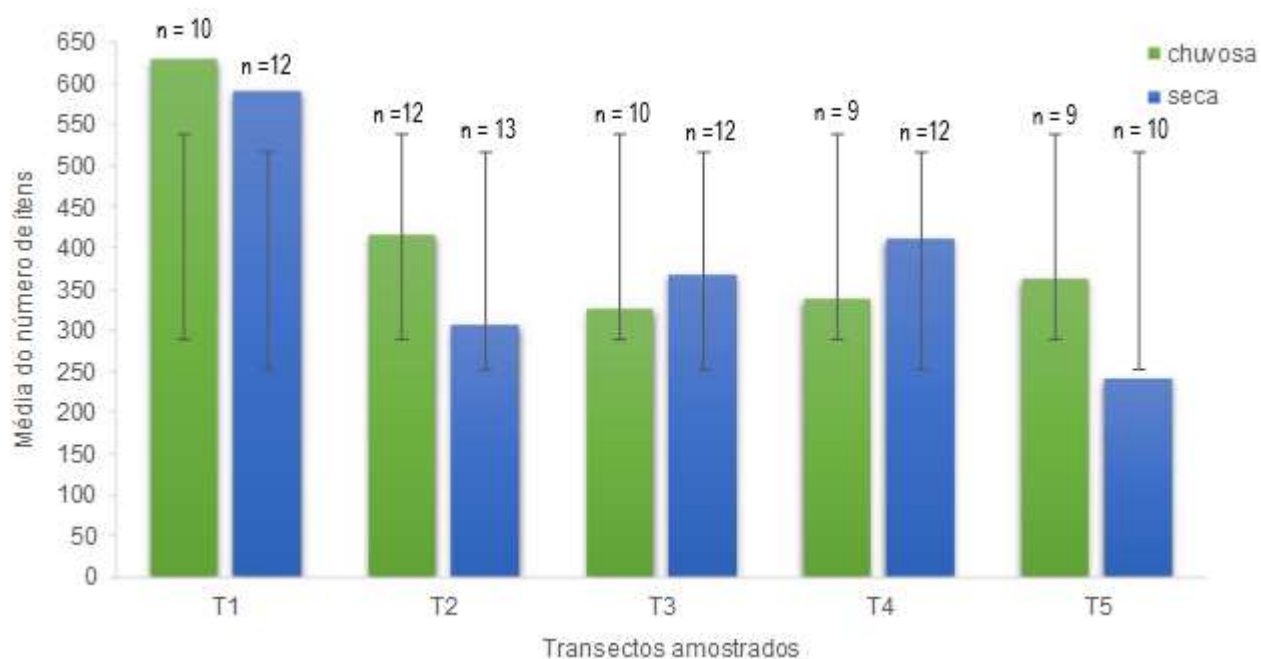


FONTE: O autor (2018)

A pluviosidade durante os dois anos amostrados (2014 – 2015) seguiu o padrão esperado para a região, apresentando um período mais chuvoso durante o verão do hemisfério Sul ($p < 0,0001$). Desta forma, para o período amostrado, a estação chuvosa definida contemplou os meses entre novembro e abril (média 372 ± 153 mm) e a seca entre maio e outubro (média 114 ± 45 mm).

Quanto a sazonalidade, a somatória total de resíduos sólidos registrados nas praias foi maior na estação seca, porém a média geral de resíduos encalhados foi significativamente maior na estação chuvosa (média $412,47 \pm 217,13$; mediana 389; $p < 0,0001$). Entretanto, houve variação quando levado em consideração o transecto amostrado (FIGURA 5).

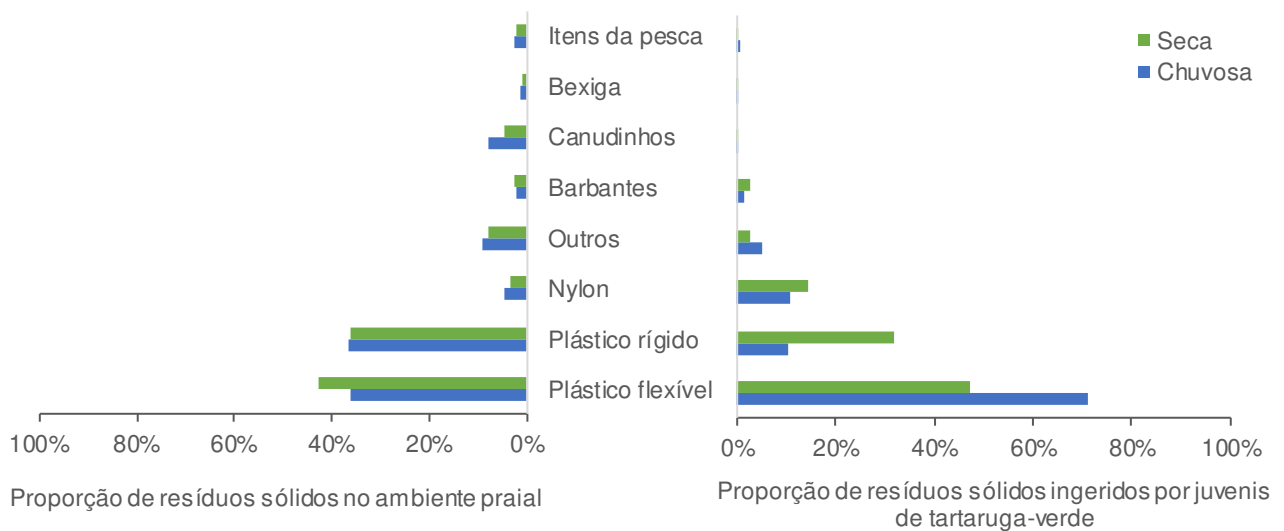
FIGURA 5 – MÉDIA E DESVIO PADRÃO DO NÚMERO DE ITENS ENCONTRADOS E NÚMERO AMOSTRAL (N) NOS TRANSECTOS AMOSTRADOS (T1 - T5) NAS DUAS ESTAÇÕES DO ANO, NO LITORAL DO PARANÁ ENTRE 2014 E 2015.



FONTE: O autor (2018)

Em relação aos tipos de resíduo, entre as estações a diferença foi significativa para plásticos rígidos e flexíveis, para a categoria “outros”, bexigas e canudinhos ($p < 0,03$; FIGURA 6).

FIGURA 6 – PROPORÇÕES DE RESÍDUOS SÓLIDOS DÍSPONÍVEIS NO AMBIENTE PRAIAL E RESÍDUOS SÓLIDOS INGERIDOS POR TARTARUGAS-VERDE JUVENIS ENCONTRADAS MORTAS NO LITORAL DO PARANA, ENTRE 2014 E 2015.



FONTE: O autor (2018)

3.2 RESÍDUOS INGERIDOS POR TARTARUGAS-VERDE JUVENIS

Foram triados 48 tratos digestórios de tartarugas-verde juvenis, justifica-se este total em função destes serem os exemplares registrados em período similar a amostragem da zona praiial, e que detinham trato digestório (muitos perdem partes ou a totalidade devido à decomposição e predação da carcaça). Deste total, 16 foram amostrados no ano de 2014 e 32 no ano de 2015. Sete apresentaram o trato digestório incompleto e foram utilizadas apenas na avaliação de presença de resíduos, além disso, entre os 41 tratos digestório completos, 11 não puderam ter os compartimentos avaliados separadamente devido ao processo de decomposição que dificultou a identificação dos diferentes tecidos.

Entre as 48 tartarugas avaliadas, 47 possuíam informação de CCC, que variou de 29,8 a 57 cm (média de $39,12 \pm 5,92$; mediana 38,90), e 93,75 % haviam ingerido algum tipo de resíduo ($n=46$), sendo apenas três espécimes sem registro de resíduos visíveis a olho nu. Para estes

indivíduos em que não foi detectada a presença de resíduos sólidos, todos tinham CCC maior de 40 cm.

Um total de 4745 itens foi ingerido por 41 tartarugas. O número de itens ingeridos por indivíduo variou de 0 a 873, com média de 115,73 ($\pm 196,49$) e mediana 20,50. A massa total dos resíduos sólidos registrados foi de 252,76 g, variando de 0 a 76,73 g por indivíduo (média $6,32 \pm 15,56$; mediana 1,41 g).

Os resíduos ingeridos eram compostos em maior quantidade e frequência pelos plásticos flexíveis seguidos dos fios de nylon, plásticos rígidos e a categoria “outros”, os quais tiveram frequências semelhantes (FIGURA 3). Em relação ao número de itens ingeridos, os plásticos flexíveis foram os ingeridos em maior número em relação aos demais, entretanto, os plásticos rígidos apresentaram média de massa aproximadamente duas vezes maior que os plásticos flexíveis (Tabela 1). Quanto às cores dos resíduos sólidos ingeridos, os de cor branca foram mais frequentes (34,4 %, n=1632), seguido dos transparente (30,7%, n=1456), os agrupados como coloridos (20,09%, n= 1282) e por último os pretos (7,6%, n=361).

TABELA 1 – TIPOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS INGERIDOS PELAS TARTARUGAS-VERDE JUVENIS ENCONTRADAS ENCALHADAS MORTAS NO LITORAL DO PARANA NO PERÍODO ENTRE 2014 E 2015.

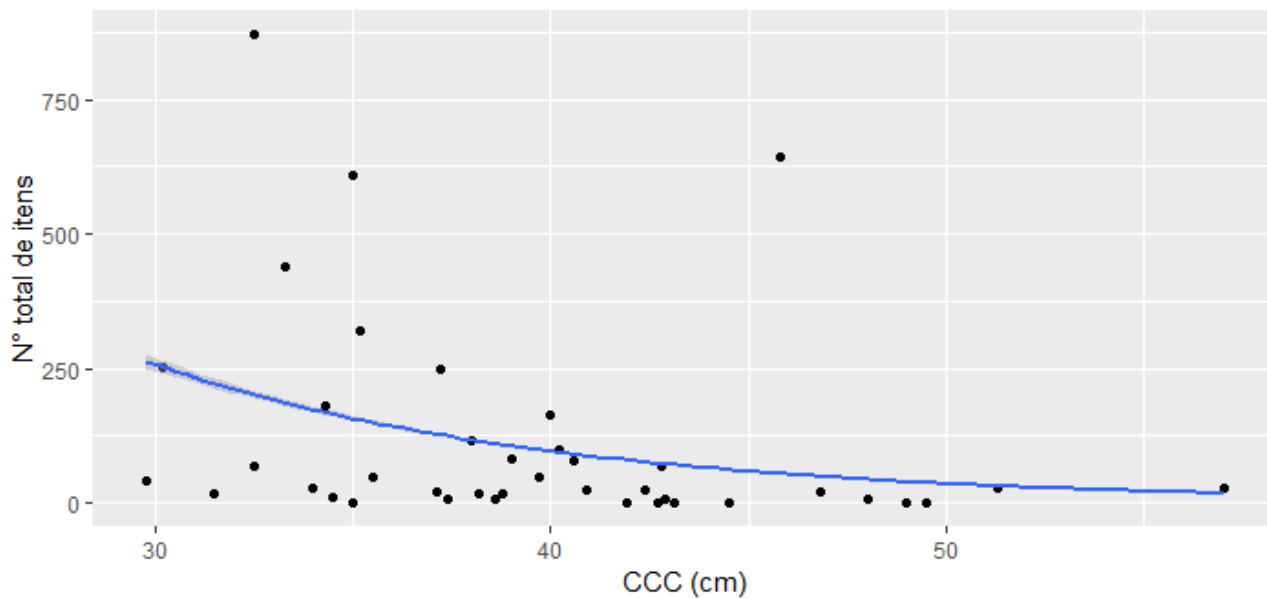
Categoria do item	FO%	Média de itens ingeridos	Massa (g)
Plástico rígido	63,41	28,65 ±94,81 (0-588; mediana 2,00)	3,50±11,09 (0-58,02; mediana 0,14)
Plástico flexível	87,80	63,70±95,47 (0-356; mediana 20,00)	1,79±3,91 (0-21,07; mediana 0,33)
Nylon	65,85	15,31 ±31,48 (0-151; mediana 2,00)	0,12±0,27 (0-1,36)
Barbantes	46,34	2,63 ±7,50 (0-47)	0,36±1,49 (0-9,64)
Canudos	26,82	0,51 ±1,24 (0-7)	0,03±0,07 (0-0,33)
Bexigas	29,26	0,43 ±0,77 (0-3)	0,23±0,46 (0-2,01)
Outros	65,85	4,12 ±7,27 (0-37)	0,1±0,34 (0-2,03)
Pesca	9,75	0,34 ±1,35 (0-8)	0,02±0,09 (0-0,51)

FONTE: O autor (2018)

LEGENDA: Frequência de ocorrência (FO%); média de itens por indivíduo ±DP (min-máx); massa média de cada tipo de resíduo ±DP (min-máx).

A modelagem de fatores indicou uma relação negativa significativa entre a quantidade total de itens ingeridos e o CCC ($p < 0,001$) (FIGURA 7), demonstrando que indivíduos menores ingerem maior quantidade de itens de resíduos sólidos, porém não houve correlação com a massa dos resíduos ingeridos e o CCC ($p=0,646$).

FIGURA 7 – MODELO LINEAR GENERALIZADO ENTRE NÚMERO TOTAL DE ITENS DE RESÍDUOS SÓLIDOS ENCONTRADOS NO TRATO DIGESTÓRIO E O COMPRIMENTO CURVILÍNEO DE CARAPAÇA (CCC) DAS TARTARUGAS-VERDE JUVENIS ENCONTRADAS ENCALHADAS NO LITORAL DO PARANÁ ENTRE 2014 E 2015.



Fonte: O autor (2018)

Entre as 31 tartarugas-verde que tiveram os compartimentos do trato digestório avaliados separadamente, foi observada uma maior concentração significativa de resíduos sólidos no intestino quando comparada as demais secções do trato digestório, seguido pelo estômago e esôfago ($p < 0,0001$; Tabela 2).

TABELA 2 – FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (FO%), MÉDIA \pm DP (MÍN-MÁX) DO N° DE ITENS, MÉDIA \pm DP (MÍN-MÁX) DA MASSA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS REGISTRADOS NOS DIFERENTES COMPARTIMENTOS DO TRATO DIGESTÓRIO DE TARTARUGAS-VERDE JUVENIS ENCONTRADAS ENCALHADAS MORTAS NO LITORAL DO PARANA, ENTRE 2014 E 2015.

Compartimento do trato digestório	FO%	Média do número de itens registrado	Massa (g)
Esôfago	10,00	0,16 \pm 0,53 (0-2)	0,01 \pm 0,01 (0-0,03)
Estômago	46,67	27,93 \pm 70,22 (0-230; mediana 0,50)	0,84 \pm 2,12 (0-8,99; mediana 0,03)
Intestino	93,33	48,53 \pm 80,82 (0-441; mediana 27)	2,07 \pm 3,75 (0-18,94; mediana 0,48)

FONTE: O autor (2018)

Entre as 47 tartarugas com informação de CCC, 28 eram menores de 40 cm de CCC (Fase I) e 19 tinham 40 cm ou mais de CCC (Fase II). Para as tartarugas-verde na Fase I o CCC variou de 29,80 a 39,70 cm (mediana 35,10; média de 35,33 \pm 2,90) e para as na Fase II, variou de 40,00 a 57,00 cm (mediana 43,00; média de 44,97 \pm 4,55).

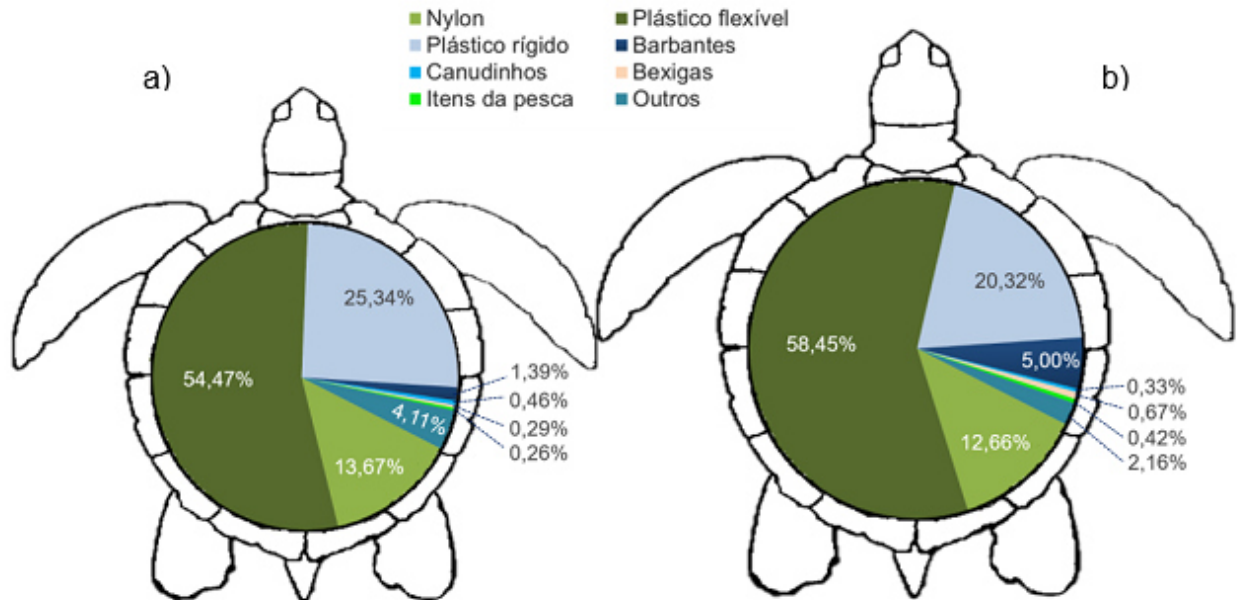
Para as tartarugas-verde na Fase I, 100% (n=28) dos indivíduos ingeriram algum tipo de resíduo e na Fase II a ingestão ocorreu em 84,2% (n=16) dos espécimes analisados. Entretanto, a frequência de ocorrência da ingestão dos resíduos sólidos não foi significativamente diferente entre as duas fases (p= 0,59).

Para a avaliação de número de itens e massa dos resíduos sólidos ingeridos em relação às fases do pós-recrutamento, foi possível a utilização de 40 tartarugas. Entre estas, 22 foram agrupadas na Fase I e 18 tartarugas na Fase II. Apesar de não haver diferença significativa na frequência de interação com os resíduos entre as duas fases, houve no número total de itens ingeridos (p<0,01), porém sem diferença entre as massas dos resíduos (p= 0,82). As tartarugas-verde juvenis na Fase I apresentaram média de itens ingeridos de 157,00 \pm 226,60 (1 – 873; mediana 47,00) e massa 6,79 \pm 14,13 g (0,03 – 64,13; mediana 1,47g). Para os animais na Fase II a média de itens ingeridos foi de 66,72 \pm 150,44

(0 – 643; mediana 22,50) e massa de $5,65 \pm 17,87$ g (0 – 76,73; mediana 0,37 g).

Quando comparadas as duas fases do pós-recrutamento das tartarugas-verde juvenis, a diferença de ingestão foi significativa para plásticos rígidos, plásticos flexíveis, nylon, categoria “outros” ($p < 0,0001$), além de barbantes e canudos ($p = 0,03$). Apenas bexigas e itens provenientes da pesca não tiveram diferença significativa entre as duas fases ($p = 0,96$ e $p = 0,49$ respectivamente; FIGURA 8). Para todas as cores foi encontrada diferença significativa entre as fases do pós-recrutamento: colorido, branco, transparente ($p < 0,0001$) e preto ($p = 0,001$). Para todas as categorias, a maior ingestão é registrada para os animais na Fase I.

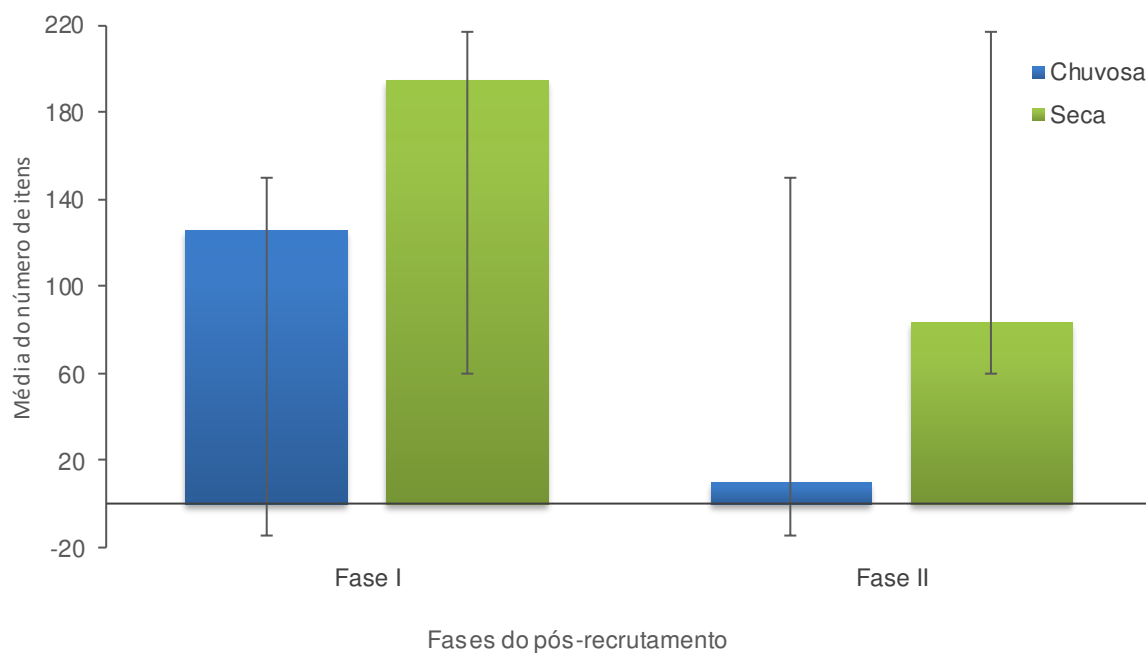
FIGURA 8 – PROPORÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS INGERIDOS POR TARTARUGAS-VERDE JUVENIS ENCONTRADAS MORTAS DURANTE AS FASES I (A) E II (B) DO PERÍODO PÓS- RECRUTAMENTO NO LITORAL DO PARANÁ ENTRE 2014 E 2015.



FONTE: O autor (2018)

Quanto à variação sazonal entre os períodos de amostragem, foram encontradas diferenças significativas para as médias de resíduos sólidos ingeridos entre as duas estações estabelecidas ($p < 0,0001$) (FIGURA 9). As maiores médias de resíduos ingeridos foram registradas na estação seca nas duas fases do pós-recrutamento (medianas: Fase I - 42,5; Fase II - 16,5 itens). Entretanto, o número amostral de tartarugas-verde entre fases e estações não foi homogêneo, por exemplo, para a Fase II na estação seca foram apenas quatro indivíduos amostrados.

FIGURA 9 – MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS INGERIDOS POR TARTARUGAS-VERDE JUVENIS EM DUAS FASES DO PÓS-RECRUTAMENTO NAS DUAS ESTAÇÕES, NO LITORAL DO PARANÁ ENTRE 2014 E 2015.



FONTE: O autor (2018)

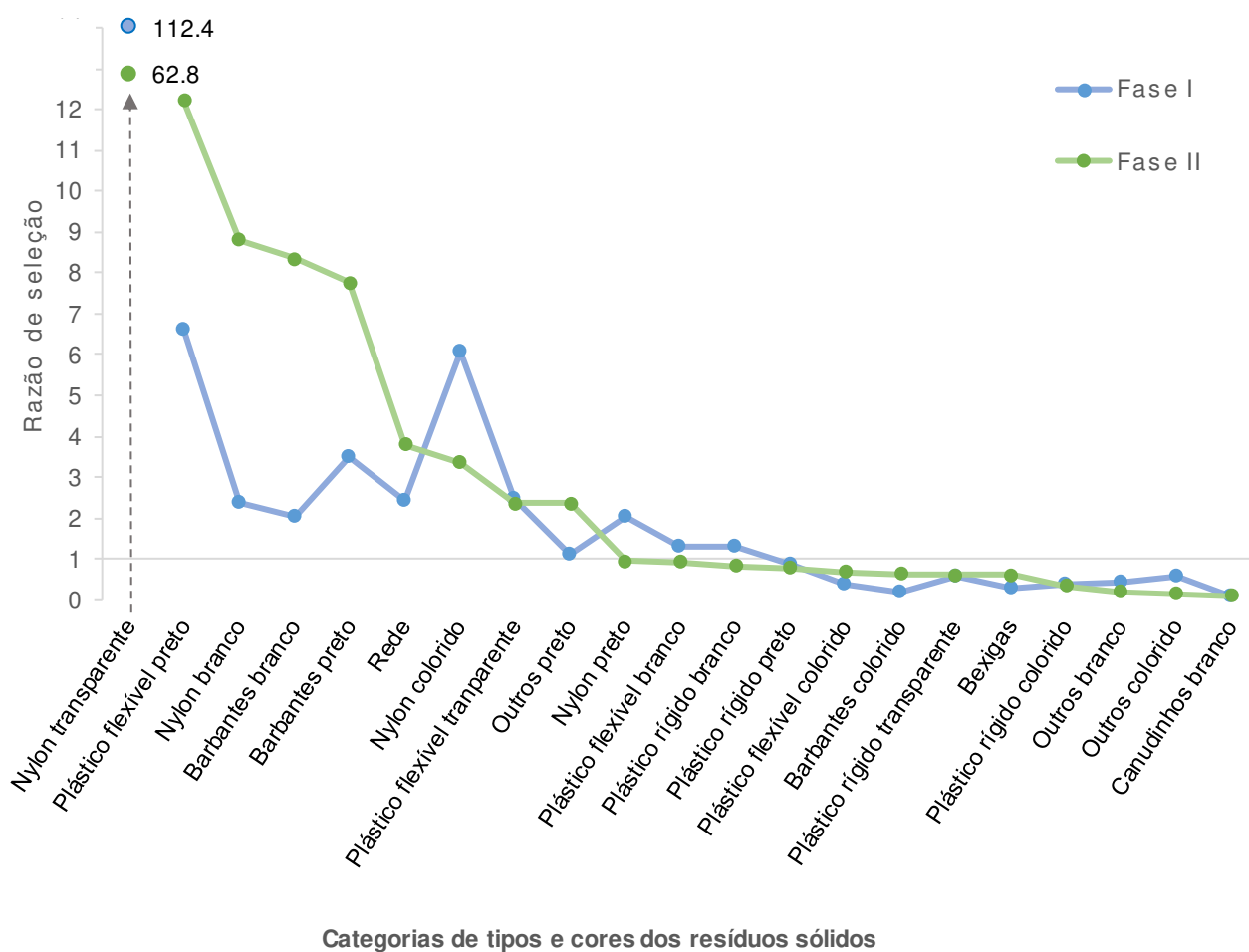
E ainda, em relação aos tipos de resíduos, em geral, ocorreram maiores médias de ingestão na estação seca de plásticos rígidos, nylons e barbantes ($p < 0,0001$) e na estação chuvosa de plásticos flexíveis e itens de pesca ($p < 0,006$). Não houve diferença para canudinhos ($p = 0,65$) e categoria “outros” ($p = 0,09$), assim como para bexigas ($p = 0,29$) entre as estações (FIGURA 6).

3.3 SELETIVIDADE DE RESÍDUOS SÓLIDOS INGERIDOS POR JUVENIS DE TARTARUGAS-VERDE

Para a avaliação de seletividade de resíduos sólidos ingeridos pelas tartarugas-verde juvenis amostradas, cada tipo de resíduo antrópico e sua respectiva cor (branco, transparente, preto ou colorido), foi agrupado, totalizando 29 categorias. Dentre estas, seis foram retiradas da análise por não terem sido registradas nos tratos digestórios dos exemplares de tartarugas marinhas analisadas, sendo elas: anzóis; boias; cabos; cordas e barbantes transparentes; canudinhos transparentes e coloridos; e “outros” transparentes. E, a categoria canudinho preto também foi excluída, em função de não ter sido encontrada disponível no ambiente. Considerando as 21 categorias com valores de disponibilidade no ecossistema e de ingestão pelas tartarugas-verde, estes foram comparados a fim de obter a razão de seletividade.

A classe com maior seletividade para os dois estágios foi nylon transparente, com uma razão de 112,37 para as tartarugas na Fase I e 62,80 para os animais na Fase II (FIGURA 10). O segundo item de maior seleção para os dois grupos de fases pós-recrutamento das tartarugas-verde amostradas foi o plástico flexível preto, ambos os grupos também apresentaram maior rejeição para canudinhos brancos. Em geral os índices de seletividade foram maiores para os animais na Fase II do pós-recrutamento e apresentaram valores muito semelhantes de seletividade para plástico flexível transparente, que é a categoria encontrada em maior quantidade no trato digestório dos animais.

FIGURA 10 – RAZÃO DE SELEÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS INGERIDOS POR TARTARUGAS-VERDE JUVENIS NAS DUAS FASES DE PÓS-RECRUTAMENTO NO LITORAL DO PARANÁ ENTRE 2014 E 2015.



Categorias de tipos e cores dos resíduos sólidos

FONTE: O autor (2018)

Apesar da seletividade apresentada, ao observar os resultados para a população amostrada, não houve diferença significativa entre a proporção do item consumido e da disponibilidade no ambiente quando o p-valor foi confrontado com o valor de *Bonferroni* = 0,002, com exceção da categoria de canudinhos brancos em que a proporção de disponibilidade foi significativamente maior que a ingerida ($B_i = 0,001$).

4 DISCUSSÃO

4.1 RESÍDUOS SÓLIDOS NO AMBIENTE PRAIAL NO LITORAL DO PARANÁ

O manejo inadequado dos resíduos sólidos em toda a região costeira do litoral do Paraná resulta em grandes quantidades de resíduos acumulados nas praias e também no interior do CEP (POSSATTO et al., 2014; KRELLING et al., 2017; presente estudo). Este quantitativo de resíduos presentes no interior do estuário possivelmente influencia o montante de resíduos disponíveis registrado por este estudo no ambiente praial, de maneira a verificar maiores médias na quantidade destes resíduos durante a estação chuvosa. Isso provavelmente em função da maior vazão dos rios, carreando estes resíduos para fora do estuário que, posteriormente podem encalhar nas praias adjacentes (KRELLING et al., 2017).

Esta tendência pode ser evidenciada também devido a maior quantidade de resíduos na porção norte do balneário Pontal do Sul, entre os transectos T1 e T3 (FIGURA 2 e FIGURA 4). A partir do transecto T4, pode-se observar um possível limite da influência do CEP na deposição dos resíduos, visto que esta porção é considerada uma praia dominada por ondas (ANGULO et al., 2016), que apresenta influência de fatores mais complexos (como correntes longitudinais, ondas e ventos) não abordados neste estudo.

Com relação a porção de praia entre os transecto T1 e T3, a fonte com maior contribuição para os resíduos nesta área é a região do município de Paranaguá (KRELLING et al., 2017). Área esta, que também pode ser considerada uma das poucas com bares e restaurantes na beira da praia e ausência de vegetação, de modo a contribuir para o acúmulo de resíduos, entretanto com o método utilizado, não foi possível avaliar a influência dos resíduos sólidos gerados localmente.

Ainda, a estação chuvosa engloba os meses da temporada de veraneio em que as praias são mais frequentadas por turistas que podem contribuir com o maior montante de resíduos sólidos encontrado. Entretanto, durante a temporada de verão, a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) realiza limpezas diárias das praias, evidenciando que a grande quantidade de resíduos encontrados contempla o acúmulo recente, inclusive dentro de um período de 24 horas. Mesmo com a ampliação dos programas de coleta de resíduos no Brasil, incluindo as ações desenvolvidas no litoral do Paraná, houve um aumento na quantidade de resíduos gerados provenientes de áreas urbanas, polos industriais e também por navios (MMA 2012; ABRELPE 2017).

Diante deste panorama, a grande disponibilidade de resíduos sólidos observada no litoral do Paraná pode expor a fauna marinha local aos impactos diretos ou indiretos gerados por este tipo de poluição (GALL; THOMPSON, 2015).

4.2 INTERAÇÃO DAS TARTARUGAS-VERDE COM RESÍDUOS SÓLIDOS

As tartarugas-verde juvenis, com ocorrência no litoral do Paraná, estão vulneráveis aos impactos causados pelos resíduos sólidos antrópicos. A frequência de ocorrência de interação com estes resíduos foi registrada em 93% das tartarugas-verde avaliadas, um dos maiores valores quando comparado a outros estudos realizados no sul do Brasil e no Uruguai (TOURINHO; IVAR; FILLMANN, 2010; GUEBERT-BARTHOLO et al., 2011; GAMA et al., 2016; VÉLEZ-RUBIO et al., 2016; COLFERAI et al., 2017). Os principais resíduos sólidos ingeridos foram os plásticos flexíveis, caracterizados como fragmentos de sacolas plásticas e embalagens, os quais podem estar relacionados a áreas urbanas.

Ressalta-se que, este período de adaptação e estresse também pode ser evidenciado nas taxas de ingestão de resíduos, pois as maiores quantidades de resíduos sólidos foram ingeridas pelas tartarugas-verdes

juvenis recém recrutadas (Fase I). Este cenário sugere que a mudança ontogenética de habitat e dieta tem relação com a exposição das tartarugas-verde à poluição por esse tipo de resíduo, sendo esta possivelmente iniciada ainda em sua fase oceânica. Porém, no oceano Atlântico Sul ocidental a mudança ontogenética não ocorre abruptamente, como registrado para a mesma espécie em outros locais do mundo, nesta região, as tartarugas-verde tendem a adaptar sua dieta conforme condições ambientais e disponibilidade de alimento (GONZÁLEZ CARMAN et al., 2012). No entanto, não foram encontradas diferenças significativas na frequência de ocorrência da ingestão entre as duas fases do pós-recrutamento, indicando que as tartarugas-verde estão susceptíveis a este impacto durante todo o seu ciclo de vida, mas com diferentes níveis de exposição.

Ao comparar a situação apresentada das tartarugas-verde do litoral do Paraná a estudos conduzidos entre os anos de 2004 e 2007, pode-se observar que apesar do número amostral maior ($n=80$) a quantidade de resíduos registrada foi menor, com 3737 itens (GUEBERT-BARTHOLO et al., 2011), já no presente estudo ($n=47$) a quantidade total foi de 4745 itens. Porém, o CCC médio no estudo anterior foi de $49,70 \pm 7,7$ cm, reforçando a hipótese de que tartarugas-verde maiores ingerem menores quantidades de resíduos.

Quando relacionados os estudos realizados entre 2008 e 2014, em que o CCC médio das tartarugas-verde foi semelhante ao do presente estudo ($40,00 \pm 6,29$ e $39,12 \pm 5,92$ respectivamente) pode-se observar um aumento na ingestão de resíduos de aproximadamente 38% na frequência de ocorrência na ingestão de resíduos sólidos (GAMA et al., 2016). Esta variação temporal, possivelmente resulta de uma alteração relatada para aspectos da dieta, em função dos efeitos climáticos (El Niño e La Niña) e também em consequência da dragagem do canal de acesso ao complexo portuário de Paranaguá e Antonina, a qual vem ocorrendo desde 2011. Anteriormente ao ano de 2013, o principal item alimentar das tartarugas-verde juvenis registradas no Paraná eram as gramas-marinhas (*Halodule wrightii*) e, após este período, devido à escassez de gramas-

marinhas causada pelos fatores, prevaleceu a ingestão de algas, principalmente do gênero *Ulva* (GAMA et al., 2016).

Esta tendência de maior ingestão de resíduos associadas ao consumo de *Ulva* sp. foi observada de forma diferente entre 2004 e 2007, em que maiores quantidades de resíduos sólidos ingeridos por tartarugas-verde foram encontradas durante a estação chuvosa, tendo em vista a escassez de gramas-marinhas e a maior ingestão da alga anteriormente citada (GUEBERT-BARTHOLO et al., 2011).

Algumas algas marinhas, como *Ulva* sp., podem ser encontradas flutuando na superfície do estuário, por longos períodos e tendem a acumular nos encontros de massas d'água (frentes) acompanhando as trocas de maré (GUEBERT-BARTHOLO et al., 2011). Essas frentes, além de algas e matéria orgânica, também concentram resíduos antrópicos gerando uma sobreposição que pode ser tornar uma armadilha ecológica para as tartarugas-verde juvenis, pois estas podem ingeri-los acidentalmente, sem notar sua presença em meio aos demais itens alimentares (NELMS et al., 2015), ou mesmo ingeri-los intencionalmente, visto que estes podem estar recobertos de micro e macroalgas e se assemelhar a alimentos (GREGORY, 2009).

Cabe ressaltar que a ingestão de resíduos sólidos pode ser potencializada em regiões estuarinas devido à baixa visibilidade natural deste ecossistema (GONZÁLEZ CARMAN et al., 2014). Entretanto, neste estudo foram encontradas maiores quantidades de resíduos ingeridos durante a estação seca, em que ocorre uma menor vazão e turbidez dos rios. Desta forma a maior ingestão de resíduos pode estar associada a outros aspectos da dieta, o que demonstra a necessidade de que nos próximos estudos, busquem associações entre as quantidades e tipos de resíduos sólidos ingeridos com os diferentes itens alimentares da espécie.

E, no que diz respeito a capacidade de identificação dos resíduos sólidos, o fato de as tartarugas marinhas serem consideradas predadoras primariamente visuais. *C. mydas* possui ao menos três diferentes fotopigmentos no sistema ocular, os quais indicam a capacidade destes animais verem cores (LUTZ; MUSICK; WYNEKEN, 2003). Deste modo, o fator cor, além de influenciar na vulnerabilidade de consumo de resíduos

sólidos, pode também ser determinante na seleção de ingestão (SCHUYLER et al., 2014a).

Referente à seleção, neste estudo os maiores valores identificados foram para nylons transparentes, porém este número elevado, em relação aos demais, pode ser atribuído a um possível viés metodológico. Visto que as características, tais como cor e tamanho, que esta categoria de resíduo possui, dificultam sua observação nas amostragens ecossistêmicas, tornando sua disponibilidade subestimada, assim como o fato destes se fragmentarem facilmente no interior do trato digestório, superestimando o seu valor de ingestão (erro mencionado em SCHUYLER et al., 2012). No entanto, faz-se necessária uma maior investigação da presença deste tipo de resíduo diretamente na área de alimentação das tartarugas-verde.

Assim, com os dados amostrados, considerou-se o segundo maior valor, o qual indica que as tartarugas-verde, em geral, apresentam acentuada seleção por resíduos com baixa luminância, ou seja, de cores escuras e com maior flexibilidade, possivelmente devido ao destaque destes na superfície da água (SCHUYLER et al., 2014a; SANTOS et al., 2016)

Embora os plásticos flexíveis pretos sejam os mais atrativos para as tartarugas-verde, os resíduos ingeridos em maior quantidade foram os plásticos flexíveis transparentes, compondo um terço do total de resíduos ingeridos. Ainda, a razão de seletividade foi semelhante para as duas fases do pós-recrutamento, indicando que a ingestão deste tipo de resíduo não é restrita a um tipo de hábito alimentar, possivelmente em consequência da alta disponibilidade deste tipo de resíduo no ambiente.

O índice de seletividade também foi semelhante para os canudinhos brancos, o qual possivelmente destaca-se como “rejeitado” no presente estudo, devido a disponibilidade no ambiente significativamente maior do que a proporção ingerida. Entretanto, a ingestão deste tipo de resíduo ocorreu em 27% das tartarugas-verde evidenciando que, embora haja rejeição, resíduos altamente disponíveis no ambiente ainda exercem forte impacto sobre a fauna marinha.

Considerando os resíduos com origem da pesca, embora a região possua forte atividade pesqueira artesanal, os resíduos claramente identificados como provenientes desta atividade foram os ingeridos com menor frequência. No entanto, para maiores conclusões, devem ser realizadas investigações mais aprofundadas sobre a procedência dos pequenos fragmentos de nylon encontrados tanto no ambiente praias quando no trato digestório dos exemplares de *C. mydas*.

Devido às limitações financeiras e de logística, este estudo utilizou como indicador para os resíduos sólidos disponíveis, aqueles encontrados encalhados em praias. Para futuros estudos, sugere-se a avaliação dos resíduos presentes na coluna d'água e no fundo a fim de obter índices de seletividade mais precisos e comparar a efetividade da metodologia aqui apresentada.

O número elevado de resíduos sólidos disponibilizados no ambiente, resulta em maiores valores de ingestão destes por tartarugas-verde juvenis, colocando a espécie entre as de maior risco para este impacto (LYNCH, 2018). Esta situação as torna potenciais sentinelas para a poluição por resíduos sólidos dos ecossistemas marinhos.

Diante do cenário apresentado, ressalta-se a necessidade de implementar novas ações de manejo em relação à poluição na zona costeira, bem como aperfeiçoar as medidas de gerenciamento existentes, a fim de evitar a disponibilização de quaisquer tipos de resíduos sólidos no ambiente capaz de comprometer a fauna marinha e costeira.

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO PARA A GESTÃO

O estudo demonstrou que existe uma elevada quantidade de resíduos sólidos disponíveis no ambiente costeiro no estado do Paraná, provenientes possivelmente, em sua maioria de áreas urbanas, resultado da falta de infraestrutura e de ações de manejo de resíduos sólidos adequadas. Nesta região, considerada patrimônio da humanidade e área prioritária para a conservação da biodiversidade, esta disponibilidade de resíduos pode afetar a fauna, o turismo e até mesmo a saúde da população humana local.

Com relação à fauna, foi observado que as tartarugas-verde juvenis registradas no litoral do Paraná, são gravemente afetadas pela poluição por resíduos sólidos, visto que a frequência de interação chega a 93,75% dos indivíduos. Ainda, são mais vulneráveis no período imediatamente após o recrutamento para a zona costeira ($CCC < 40\text{cm}$), pois ingerem maiores quantidades de resíduos. Entretanto, a frequência de interação com os resíduos não diferiu entre as duas fases, indicando que a espécie está susceptível a este impacto ao longo de todo o seu ciclo de vida.

Os tipos de resíduos sólidos antrópicos ingeridos em maior frequência e quantidade foram os plásticos flexíveis, fragmentos de nylon e plásticos rígidos, a partir destas características foram identificadas quais as mais atrativas para as tartarugas-verde juvenis (nylons e plásticos flexíveis pretos). Estas características podem ser utilizadas para prever os impactos da ingestão dos mesmos. Entretanto, mais estudos devem ser realizados, inclusive com metodologias homogêneas de maneira a associar os tipos de resíduos aos principais itens presentes na dieta da espécie, considerando as particularidades de cada localidade.

Desta forma, buscando atingir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável propostos pela ONU, principalmente em relação às metas 14.1 e 12 (ONU 2018), é necessário que os órgãos gestores nos Estados implementem as ações propostas na Política Nacional de Resíduo Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. A PNRS tem como uma

de suas principais medidas o encerramento de todos os lixões e aterros sanitários. Esta medida foi proposta com intenção de ser atingida até o ano de 2014, entretanto ainda não foi cumprida (Abrelpe, 2017).

Outra ação importante se refere ao sistema de logística reversa, regulamentado pelo Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, o qual propõe a responsabilidade compartilhada das indústrias que o produzem, em relação aos resíduos especificados na referida norma. Sendo assim, efeitos negativos às espécies marinhas ameaçadas, como a tartaruga-verde, destacam a urgência e relevância na ampliação e efetivação deste sistema para os resíduos sólidos, com ênfase para os plásticos, sobretudo, aqueles de maior impacto sobre o ecossistema e biodiversidade.

Por fim, com intuito de minimizar a produção e o consumo de materiais que propiciem o incorreto descarte e acúmulo destes resíduos sólidos, são necessárias medidas de incentivo para as empresas e indústrias afim de investir na idealização de embalagens alternativas que possam ser biodegradáveis, reutilizáveis ou retornáveis. E também ações de conscientização à população em relação aos benefícios do uso de produtos ambientalmente corretos, assim como a orientação sobre o consumo consciente e responsabilidades pelos resíduos gerados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017**. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/>>.

ANDRADE, M. F.; DOMIT, C.; BROADHURST, M. K.; TOLHURST, D. J.; SILVA-SOUZA, Â. T. Appropriate morphometrics for the first assessment of juvenile green turtle (*Chelonia mydas*) age and growth in the south-western Atlantic. **Marine Biology**, v. 163, n. 12, 2016.

ANDRADY, A. L. Persistence of Plastic Litter in the Oceans. In: BERGMAN, M.; KLAGES, M.; GUTOW, L. (Ed.). **Marine Anthropogenic Litter**. 1. ed. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London, 2015. p. 57–72.

ANGULO, R. J.; BORZONE, C. A.; NOERNBERG, M. A.; QUADROS, C. J. L. de; SOUZA, M. C.; DA ROSA, L. C. The State of Paraná Beaches. In: SHORT, A. D.; KLEIN, A. H. DA F. (Ed.). **Brazilian Beach Sistem**. Springer International Publishing Switzerland, 2016. p. 624.

ARAÚJO, M. C. B. de; COSTA, M. F. da. Lixo no ambiente marinho. **Ciência Hoje**, p. 64–69, mar. 2003.

BARLETTA, M.; JAUREGUIZAR, A. J.; BAIGUN, C.; FONTOURA, N. F.; AGOSTINHO, A. A.; ALMEIDA-VAL, V. M. F.; VAL, A. L.; TORRES, R. A.; JIMENES-SEGURA, L. F.; GIARRIZZO, T.; FABRÉ, N. N.; BATISTA, V. S.; LASSO, C.; TAPHORN, D. C.; COSTA, M. F.; CHAVES, P. T.; VIEIRA, J. P.; CORRÊA, M. F. M. Fish and aquatic habitat conservation in South America: A continental overview with emphasis on neotropical systems. **Journal of Fish Biology**, v. 76, n. 9, p. 2118–2176, 2010.

BOLTEN, A. Variation in Sea Turtle Life History Patterns. In: LUTZ, P. L.; MUSICK, J. A.; WYNEKEN, J. (Ed.). **The Biology of Sea Turtle**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2002. p. 243–257.

BUGONI, L.; KRAUSE, L.; VIRGÍNIA PETRY, M. Marine Debris and Human Impacts on Sea Turtles in Southern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 42, n. 12, p. 1330–1334, 2001. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0025326X01001473>>.

BUTTERWORTH, A.; CLEGG, I.; BASS, C. Untangled - Marine debris: A global picture of the impact on Animal welfare and of animal-focused solutions. **World Society for the Protection of Animals**, London, p. 78, 2012

CALENGE, C. The package “adehabitat” for the R software: A tool for the analysis of space and habitat use by animals. **Ecological Modelling**, v. 197, n. 3–4, p. 516–519, 2006.

COELHO, V. F.; DOMIT, C.; BROADHURST, M. K.; PROSDOCIMI, L.; NISHIZAWA, H.; ALMEIDA, F. S. Intra-specific variation in skull morphology of juvenile *Chelonia mydas* in the southwestern Atlantic Ocean. **Marine Biology**, v. 165, n. 10, p. 174, 2018. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s00227-018-3429-5>>.

COLFERAI, A. S.; SILVA-FILHO, R. P.; MARTINS, A. M.; BUGONI, L. Distribution pattern of anthropogenic marine debris along the gastrointestinal tract of green turtles (*Chelonia mydas*) as implications for rehabilitation. **Marine Pollution Bulletin**, v. 119, n. 1, p. 231–237, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.03.053>>.

CÓZAR, A.; ECHEVARRÍA, F.; GONZÁLEZ-GORDILLO, J. I.; IRIGOIEN, X.; UBEDA, B.; HERNÁNDEZ-LEÓN, S.; PALMA, A. T.; NAVARRO, S.; GARCÍA-DE-LOMAS, J.; RUIZ, A.; FERNÁNDEZ-DE-PUELLES, M. L.; DUARTE, C. M. Plastic debris in the open ocean. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 111, p. 10239–10244, 2014. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24982135>>.

CRAIN, C. M.; HALPERN, B. S.; BECK, M. W.; KAPPEL, C. V. Understanding and managing human threats to the coastal marine environment. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1162, p. 39–62, 2009.

DE PAULA, E. V.; PIGOSSO, A. M. B.; WROBLEWSKI, C. A. Unidades de conservação no litoral do Paraná: evolução territorial e grau de implementação. In: SULZBACH, M. T.; ARCHANJO, D. R.; QUADROS, J. (Org.). **Litoral do Paraná: território e perspectiva (volume III: dimensões de desenvolvimento)**. 1. Ed, Rio de Janeiro: Autografia, 2018.

FUKUOKA, T.; YAMANE, M.; KINOSHITA, C.; NARAZAKI, T.; MARSHALL, G. J.; ABERNATHY, K. J.; MIYAZAKI, N.; SATO, K. The feeding habit of sea turtles influences their reaction to artificial marine debris. **Scientific Reports**, v. 6, 2016.

GALL, S. C.; THOMPSON, R. C. The impact of debris on marine life. **Marine Pollution Bulletin**, v. 92, n. 1–2, p. 170–179, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.041>>.

GAMA, L. R.; DOMIT, C.; BROADHURST, M. K.; FUENTES, M. M. P. B.; MILLAR, R. B. Green turtle, *Chelonia mydas*, foraging ecology at 25°S in the western Atlantic: evidence to support a feeding model driven by intrinsic and extrinsic variability. **Marine Ecology Progress Series**, v. 542, n. 1, p. 209–219, 2016. Disponível em: <<http://www.int-res.com/abstracts/meps/v542/p209-219/>>.

GONZÁLEZ CARMAN, V.; ACHA, E. M.; MAXWELL, S. M.; ALBAREDA, D.; CAMPAGNA, C.; MIANZAN, H. Young green turtles, *Chelonia mydas*, exposed to plastic in a frontal area of the SW Atlantic. **Marine Pollution Bulletin**, v. 78, n. 1–2, p. 56–62, 2014.

GONZÁLEZ CARMAN, V.; FALABELLA, V.; MAXWELL, S.; ALBAREDA, D.; CAMPAGNA, C.; MIANZAN, H. Revisiting the ontogenetic shift paradigm: The case of juvenile green turtles in the SW Atlantic. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 429, p. 64–72, 2012.

GREGORY, M. R. Environmental implications of plastic debris in marine settings-entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, p. 2013–2025, 2009. Disponível em: <<http://rstb.royalsocietypublishing.org>>.

GUEBERT-BARTHOLO, F. M.; BARLETTA, M.; COSTA, M. F.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Using gut contents to assess foraging patterns of juvenile green turtles, *Chelonia mydas*, in the Paranaguá Estuary, Brazil. **Endangered Species Research**, v. 13, p. 131–143, 2011.

IAP - INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Relatório da situação da disposição final de resíduos sólidos urbanos no estado do Paraná**. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Monitoramento/Diagnostico_RSU_2012-_VERSAO_FINAL_com_MAPAS-2.pdf>.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Senso Demográfico 2010**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/por-cidade-estado-estatisticas.html>>. Acesso em: 1 out. 2018.

JAMBECK, J. R.; GEYER, R.; WILCOX, C.; SIEGLER, T. R.; PERRYMAN, M.; ANDRADY, A.; NARAYAN, R.; LAW, K. L. Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 768–771, 2015

KAPPEL, C. V. Losing pieces of the puzzle: Threats to marine, estuarine, and diadromous species. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 3, n. 5, p. 275–282, 2005.

KREBS, C. J. **Ecological Methodology**. 2. ed. The Benjamin Cummings series in the life sciences. New York, 1999.

KRELLING, A. P. **Abordagem transfronteiriça do lixo marinho: A exportação de resíduos flutuantes ao longo de um gradiente estuarino e seus impactos socioeconômicos**. 185 p. Tese (Doutorado em Sistemas Costeiros e Oceânicos), Setor de Ciências da Terra Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2017.

KRELLING, A. P.; SOUZA, M. M.; WILLIAMS, A. T.; TURRA, A. Transboundary movement of marine litter in an estuarine gradient: Evaluating sources and sinks using hydrodynamic modelling and ground trothing estimates. **Marine Pollution Bulletin**, v. 119, n. 1, p. 48–63, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.03.034>>.

KÜHN, S.; BRAVO REBOLLEDO, E. L.; VAN FRANEKER, J. A. Deleterious effects of litter on marine life. In: BERGMAN, M.; KLAGES, M.; GUTOW, L. (Ed.). **Marine Anthropogenic Litter**. 1. ed. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London, 2015. p. 75–116.

LAMOUR, M. R.; ANGULO, R. J.; SOARES, C. R. Bathymetrical Evolution of Critical Shoaling Sectors on Galheta Channel, Navigable Access to Paranaguá Bay, Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. 231, n. 1983, p. 49–58, 2007. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/abs/10.2112/03-0063.1>>.

LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C. The Subtropical Estuarine Complex of Paranaguá Bay, Brazil. In: SEELINGER, U.; KJERFVE, B. (Ed.). **Coastal Marine Ecosystems of Latin America**. Vol. 144 ed. Springer, 2001. p. 131–145.

LENTH, R. V. Least-Squares Means: The R Package lsmeans. **Journal of Statistical Software**, v. 69, n. 1, 2016. Disponível em: <<http://www.jstatsoft.org/v69/i01/>>.

LIPPIATT, S.; OPFER, S.; ARTHUR, C. Marine Debris Monitoring and Assessment. **NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-46**, 2013. Disponível em: <http://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/Lippiatt_et_al_2013.pdf>.

LÓPEZ-BARRERA, E. A.; LONGO, G. O.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Incidental capture of green turtle (*Chelonia mydas*) in gillnets of small-scale fisheries in the Paranaguá Bay, Southern Brazil. **Ocean and Coastal Management**, v. 60, p. 11–18, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2011.12.023>>.

LUSHER, A. Microplastics in the marine environment: Distribution, interactions and effects. In: BERGMAN, M.; KLAGES, M.; GUTOW, L. (Ed.). **Marine Anthropogenic Litter**. 1. ed. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London, 2015. p. 245–307.

LUTZ, P. L.; MUSICK, J. A.; WYNEKEN, J. (ed.). **The biology of sea turtles**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2003.

LYNCH, J. M. Quantities of marine debris ingested by sea turtles: Global meta-analysis highlights need for standardized data reporting methods and reveals relative risk. **Environmental Science & Technology**, 2018. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.8b02848>>.

MANLY, B. F. J.; MILLER, P.; COOK, L. M. Analysis of a selective predation experiment. **The American Naturalist**, v. 106, n. 952, p. 719–736, 1972.

MEIRELLES, A. C. O. De; BARROS, H. M. D. D. R. Plastic debris ingested by a rough-toothed dolphin, *Steno bredanensis*, stranded alive in northeastern Brazil. **Biotemas**, v. 20, n. 1, p. 127–131, 2007.

MILTON, S. L.; LUTZ, P. L. Physiological and genetic responses to environmental stress. In: LUTZ, P. L.; MUSICK, J. A.; WYNEKEN, J. (Ed.). **The Biology of Sea Turtles**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2002. p. 163–197.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. **MMA Publicações**, p. 1–106, 2012. Disponível em: <<http://www.sinir.gov.br/planos-de-residuos-solidos>>.

MPPR - MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ. **No Litoral do estado , MPPR ajuíza ação civil pública para regularizar destinação de resíduos sólidos em Pontal do Paraná e Matinhos**. Disponível em: <<http://www.mppr.mp.br/2018/08/20748,11/No-Litoral-do-estado-MPPR-ajuiza-acao-civil-publica-para-regularizar-destinacao-de-residuos-solidos-em-Pontal-do-Parana-e-Matinhos.html>>. Acesso em: 9 nov. 2018.

NELDER, J. A.; WEDDERBURN, R. W. M. Generalized linear models. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 135, n. 3, p. 370–384, 1972. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2344614> .>.

NELMS, S. E.; DUNCAN, E. M.; BRODERICK, A. C.; GALLOWAY, T. S.; GODFREY, M. H.; HAMANN, M.; LINDEQUE, P. K.; GODLEY, B. J. Plastic and marine turtles: a review and call for research. **ICES Journal of Marine Science**, v. 72, p. 359–373, 2015. Disponível em: <<http://icesjms.oxfordjournals.org>>.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Sustainable Goals About the Goals Development**. Disponível em: <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

PARANÁ - ASSEMBLEIA LEGISLATIVA. Lei nº 18.626 de de 20 de novembro de 2015. Dispõe sobre a remoção de resíduos sólidos gerados em navios e embarcações que atracam na área portuária paranaense. **Diário Oficial Paraná**, p. 3, 2015.

PARANÁ - GOVERNO ESTADUAL. Decreto N° 10959, Cria o Parque Estadual Ilha das Cobras. **Diário Oficial Paraná**, p. 3, 2018.

POSSATTO, F. E.; SPACH, H. L.; CATTANI, A. P.; LAMOUR, M. R.; SANTOS, L. O.; CORDEIRO, N. M. A.; BROADHURST, M. K. Marine debris in a World Heritage Listed Brazilian estuary. **Marine Pollution Bulletin**, p. 1–6, 2014. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/46582126/Marine_debris_in_a_World_Heritage_Listed20160617-15788-zp77na.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1519667425&Signature=Acf9gdCXOtepyOSR4Tc0j0xHNMs%253D&response-content-disposition=inlin>. Acesso em: 26 fev. 2018.

POTTERS, G. **Marine Pollution**. 1. ed. bookboon.com, 2013.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**, Vienna, Austria R Foundation for Statistical Computing, , 2017. . Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>.

RYAN, P. G. A Brief History of Marine Litter Research. In: BERGMAN, M.; KLAGES, M.; GUTOW, L. (Ed.). **Marine Anthropogenic Litter**. 1st. ed. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London, 2015. p. 1–19.

SANTOS, M. C. O.; OSHIMA, J. E. F.; PACÍFICO, E. S.; SILVA, E. Group size and composition of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) (Van Bénèden, 1864) in the Paranaguá Estuarine Complex, Brazil. **Brazilian journal of biology = Revista brasleira de biologia**, v. 70, n. 1, p. 111–120, 2010.

SANTOS, R. G.; ANDRADES, R.; FARDIM, L. M.; MARTINS, A. S. Marine debris ingestion and Thayer's law - The importance of plastic color. **Environmental Pollution**, 2016.

SCHUYLER, Q. A.; WILCOX, C.; TOWNSEND, K.; HARDESTY, B. D.; MARSHALL, N. J. Mistaken identity? Visual similarities of marine debris to natural prey items of sea turtles. **BMC Ecology**, v. 14, n. 14, p. 1–7, 2014a.

SCHUYLER, Q.; HARDESTY, B. D.; WILCOX, C.; TOWNSEND, K. To eat or not to eat? debris selectivity by marine turtles. **PLoS ONE**, v. 7, n. 7, p. 1–9, 2012.

SCHUYLER, Q.; HARDESTY, B. D.; WILCOX, C.; TOWNSEND, K. Global Analysis of Anthropogenic Debris Ingestion by Sea Turtles. **Conservation Biology**, v. 28, n. 1, p. 129–139, 2014b.

TEUTEN, E. L.; SAQUING, J. M.; KNAPPE, D. R. U.; BARLAZ, M. A.; JONSSON, S.; BJÖRN, A.; ROWLAND, S. J.; THOMPSON, R. C.; GALLOWAY, T. S.; YAMASHITA, R.; OCHI, D.; WATANUKI, Y.; MOORE, C.; VIET, P. H.; TANA, T. S.; PRUDENTE, M.; BOONYATUMANOND, R.; ZAKARIA, M. P.; AKKHAVONG, K.; OGATA, Y.; HIRAI, H.; IWASA, S.; MIZUKAWA, K.; HAGINO, Y.; IMAMURA, A.; SAHA, M.; TAKADA, H. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1526, p. 2027–2045, 2009.

TOURINHO, P. S.; IVAR, J. A.; FILLMANN, G. Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of southern Brazil? **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, n. 3, p. 396–401, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.10.013>>.

UNESCO. **Atlantic Forest South-East Reserves, 1999**. Disponível em: <<http://whc.unesco.org/en/list/893>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

VANHONI, F.; MENDONÇA, F. O clima do litoral do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 3, p. 49–63, 2008. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/revistaabclima/article/view/25423/17042>>.

VÉLEZ-RUBIO, G. M.; CARDONA, L.; LÓPEZ-MENDILAHARSU, M.; MARTÍNEZ SOUZA, G.; CARRANZA, A.; GONZÁLEZ-PAREDES, D.; TOMÁS, J. Ontogenetic dietary changes of green turtles (*Chelonia mydas*) in the temperate southwestern Atlantic. **Marine Biology**, v. 163, n. 3, p. 1–16, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Gabriela_Velez-Rubio/publication/295543223_Ontogenetic_dietary_changes_of_green_turtles_Chelonia_mydas_in_the_temperate_southwestern_Atlantic/links/56e6b15408ae65dd4cc1bf5c/Ontogenetic-dietary-changes-of-green-turtles->>.

VÉLEZ-RUBIO, G. M.; TERYDA, N.; ASARO, P. E.; ESTRADES, A.; RODRIGUEZ, D.; TOMÁS, J. Differential impact of marine debris ingestion during ontogenetic dietary shift of green turtles in Uruguayan waters. v. 127, n. December 2017, p. 603–611, 2018.